

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO A LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA
PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN
PROYECTOS LINEALES**

JENNY ALEYDY LONDOÑO NEIRA

C.C. N.53.012.078

UNIVERSIDAD LIBRE

FACULTAD DE INGENIERÍA

INTITUTO DE POSTGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL

BOGOTÁ, DICIEMBRE DE 2013

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO A LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA
PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN
PROYECTOS LINEALES**

JENNY ALEYDY LONDOÑO NEIRA

C.C. N.53.012.078

**Proyecto de grado para optar al título de ESPECIALISTA EN GERENCIA
AMBIENTAL**

Asesor

Ing. Oscar Leonardo Ortiz Medina

UNIVERSIDAD LIBRE

FACULTAD DE INGENIERÍA

INTITUTO DE POSTGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL

BOGOTÁ, DICIEMBRE DE 2013

Nota de Aceptación

Jurado 1

Jurado 2

Bogotá D.C, 2013

Agradecimientos

La autora expresa sus agradecimientos y colaboración:

A mis compañeros de la especialización, por su incondicional apoyo en todos los aspectos de esta etapa, por servirme de soporte, brindarme su buena energía y amistad sincera, y especialmente por ayudarme a ponerme de pie en los más difíciles momentos.

Al ingeniero Oscar Ortiz por su apoyo, paciencia y colaboración.

A mi hermano por todo su cariño y ejemplo de disciplina.

A mis compañeros de trabajo anterior y actual, por contribuir al desarrollo de este proyecto, brindándome sus conocimientos, tiempo y guía.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	9
2. ANTECEDENTES	10
3. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	14
5.1 OBJETIVO GENERAL	14
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
6. MARCOS REFERENCIALES.....	15
6.1 MARCO TEORICO.....	15
6.2 MARCO CONCEPTUAL	16
6.3 MARCO LEGAL	17
6.3.1 Ley.....	17
6.3.2 Decreto	17
6.3.3 Resoluciones	18
7. ALCANCE Y LIMITACIÓN	19
8. METODOLOGÍA	20
8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	20
8.2 ETAPAS DE INVESTIGACIÓN	20
9. RESULTADOS	23
CONCLUSIONES.....	80
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFIA	82

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Diseño Metodológico	21
Tabla 2 Lista de chequeo Metodologías recomendadas para la elaboración de estudios ambientales para la construcción de carreteras.....	25
Tabla 3 Encuesta a Profesionales.....	34
Tabla 4 Número de encuestas por área de estudio.....	35
Tabla 5 Resultados respuesta N° 5 de la encuesta realizada a las áreas de estudio	36
Tabla 6 Matriz de metodologías sugeridas por los especialistas.....	37
Tabla 7 Documentos Relacionados con el Control de Campo para el componente geomorfológico.....	41
Tabla 8 Documentos Relacionados con el Control de Campo para el componente suelo.....	42
Tabla 9 Criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje.....	48
Tabla 10 Clases utilizadas para evaluar la calidad visual	48
Tabla 11 Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual CAV	50
Tabla 12 Escala de referencia para la estimación del CAV.....	50
Tabla 13 Caracterización de los componentes visuales básicos del paisaje	51
Tabla 14 Métrica Número de parches de la clase	55
Tabla 15 Métrica Área total de clase	55
Tabla 16 Métrica Tamaño Promedio del Parche	56
Tabla 17 Métrica Densidad de parches.....	56
Tabla 18 Métrica Índice de Parche Mayor de la Clase	57
Tabla 19 Métrica Porcentaje de Clase en el Paisaje	57
Tabla 20 Métrica del Índice de forma	59
Tabla 21 Métrica Índice Medio de Forma	59
Tabla 22 Métrica de la Relación Perímetro - Área.....	60
Tabla 23 Métrica Dimensión Fractal.....	60
Tabla 24 Métrica de perímetro del parche.....	61
Tabla 25 Métrica Borde total	62
Tabla 26 Métrica de Densidad del Borde	62
Tabla 27 Métrica Número de áreas núcleo	63
Tabla 28 Métrica de Área núcleo o área interior (Core)	64
Tabla 29 Métrica de Total de Área núcleo o área interior.....	64
Tabla 30 Métrica del Índice de Área núcleo o área interior	65
Tabla 31 Índice de Riqueza de Parches.....	66
Tabla 32 Índice de diversidad de Shannon	66
Tabla 33 Índice de diversidad de Simpson.....	67
Tabla 34 Métrica Índice de Proximidad	68

Tabla 35 Índice de Conectividad para Fragstat	69
Tabla 36 Fuentes de información del medio socioeconómico	73
Tabla 37 Elementos de análisis para la zonificación ambiental.....	75
Tabla 38 Criterios para la definición de los niveles de sensibilidad e importancia	75
Tabla 39 Matriz de interacciones tipo: sensibilidad /importancia.....	76

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Porcentaje de Participación de áreas encuestadas	35
Figura 2 Resultado porcentual de la respuesta a la pregunta N°5	36
Figura 3 Relación áreas de influencia por componente	40
Figura 4 Representación esquemática de los factores que afectan la vulnerabilidad de los acuíferos.....	46
Figura 5 Metodología para la construcción del mapa de ecosistemas terrestres..	53
Figura 6 Metodología para la realización de socializaciones y recolección de información.....	73
Figura 7 Superposición de mapas.....	78

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad Colombia se encuentra atravesando por una etapa en la que predomina el uso de sus múltiples riquezas naturales en pro del desarrollo nacional, para lo cual el estado colombiano a través del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial y la Autoridad de Licencias Ambientales buscan que el uso y aprovechamiento de estos recursos se realicen de manera sostenible, es así que con el propósito de orientar a las distintas entidades tanto públicas como privadas en el desarrollo de los estudios ambientales exigidos por dicha autoridad, se encuentran planteados términos de referencia para cada uno de los distintos tipos de proyectos a desarrollarse en el país en los cuales se han planteado los lineamientos para la elaboración y presentación de resultados de dichos estudios.

Si bien en la actualidad los estudios ambientales que se desarrollan en el país con el objeto de obtener licencias ambientales para el desarrollo de proyectos en diferentes sectores, se encuentran ajustados a lo establecido en la normativa ambiental y especialmente a los lineamientos establecidos en los términos de referencia específicos para cada proyecto, estos términos de referencia son de carácter genérico y se complementan con lo establecido en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales en la cual se presentan los parámetros y fuentes de información a utilizarse para el desarrollo de los estudios ambientales. Sin embargo, para gran parte de los numerales a desarrollarse de acuerdo a los términos de referencia no se establece en esta metodología parámetros o lineamientos con algún soporte institucional, dando lugar a la posible subjetividad de la información presentada

Es así, que en el presente documento se identificaran las metodologías propuestas en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MADS, 2010) para el cumplimiento de los términos de referencia expedidos por el ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo territorial y términos de referencia expedidos por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, planteados para los proyectos lineales asociados con la construcción de carreteras, que deban tramitar licencia ambiental ante estas entidades, y mediante el desarrollo de fases de estudio, presentar una propuesta de mejoramiento y unificación de los mismos, en busca de constituir una herramienta de evaluación más precisa.

2. ANTECEDENTES

En el ámbito internacional el desarrollo de estudios de impacto ambiental, tiene su origen en el nacimiento de la Ley Americana “*National Environmental Policy Act*” conocida como NEPA en 1969, sometida a diversas modificaciones en los años siguientes, dada la insatisfactoria aceptación de varios de sus puntos; la cual terminó constituyendo las bases del modelo actual de licenciamiento ambiental en América Latina; el cual fue difundido inicialmente por la participación del Banco Mundial en la financiación de proyectos en la región, donde sus acciones deberían estar sujetas a la NEPA; sin embargo presentó el sobresaliente de una aplicación menos restrictiva enfocada a los intereses propios de cada proyecto.

Finalmente la adopción a mayor de escala de la aplicación de la evaluación de impactos ambientales en la legislación, se presenta luego de la realización de Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo CNUMAD, Río-92¹, de ahí que a partir de 1993 en el ámbito nacional se especifique en la normatividad que el instrumento para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten de manera considerable el medio ambiente sean los estudios de impacto ambiental.

Luego de la entrada en vigencia de la ley 99 de 1993, se inicia el proceso de reglamentación del título VIII² de la mencionada ley, el cual trata de las licencias ambientales y en el que especifica en su artículo que “*La autoridad ambiental competente para otorgar la licencia ambiental fijará los términos de referencia de los estudios de impacto ambiental*” para lo cual en 1994 se promulgó el Decreto 1753 de 1994, por el cual se reglamentó parcialmente el Título VIII de la Ley 99 de 1993.

En el artículo 24 y 25 del Decreto 1753 de 1994 se establecen los objetivos, alcances y contenido de los Estudios de Impacto Ambiental, especificando los componentes que lo integran³. Sin embargo en ningún momento se plantea la implementación metodologías para cada área en pro del cumplimiento de estos requisitos. A este decreto le suceden el Decreto 1728 de 2002, el Decreto 1180 de 2003 y el Decreto 1220 de 2005, los cuales comparten el mismo propósito que la norma inicial. Actualmente se encuentra vigente como medida de reglamentación del título VIII de la ley 99 del Decreto 2820 de 2010 el cual ha presentado algunas modificaciones en cuanto a la información presentada en el Estudio Impacto Ambiental en comparación con las normas anteriores, sin embargo se mantiene la debilidad en la implementación de metodologías a aplicar.⁴

¹ LUIS ENRIQUE SANCHEZ. Evaluación de Impacto Ambiental, Capítulo 3. São Paulo, 2002. 33p

² CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 99 de 1993. Bogotá, 1993. 43 p.

³ MINISTERIO DE AMBIENTE. Decreto 1753 de 1994. Bogotá, 1994. 18 p.

⁴ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 2820 de 2010.

En el análisis del foro nacional ambiental (2011), se describe la manera en que se han venido desmontando las exigencias ambientales y se trata de demostrar la falta de rigurosidad en las normas expedidas para la solicitud de estudios ambientales, así mismo dentro de las posibles acciones a desarrollar para combatir este problema, se plantea contar con procedimientos y parámetros regulares, previamente establecidos para la evaluación de los estudios ambientales.⁵

Bogotá, 2010. 32 p.

⁵ FORO NACIONAL AMBIENTAL. Las Licencias Ambientales y Su Proceso de Reglamentación en Colombia. Análisis 1. Bogotá, 2011. 16 p.

3. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Desde los inicios de la reglamentación de las licencias ambientales en Colombia, el proceso de licenciamiento ambiental en el país ha sufrido una secuencia de modificaciones de tipo normativo, limitando las funciones de las licencias ambientales, y sesgando los instrumentos para la toma de decisiones de carácter ambiental respecto al desarrollo de obras y actividades de relevancia nacional.

Adicional a esta modificación la estructura propia del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible también se ha visto sometida a una secuencia de cambios y reestructuraciones a nivel interno, creándose la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) que si bien se le otorgó la gran autonomía para el cumplimiento de sus propósitos como ente evaluador y regulador, se debilitó la planta de personal, en cuanto a la inclusión de evaluadores sin la suficiente experiencia para mantener la continuidad del proceso de evaluación, especialmente en lo que concierne a los proyectos de tipo lineal los cuales presentan una mayor interacción con los componentes físicos, bióticos y sociales, dadas su extensión en la mayoría de los casos.

Es así que los lineamientos generales señalados para la elaboración y ejecución de los estudios ambientales, establecidos a través de los términos de referencia de este tipo de proyectos no instauran metodologías o herramientas de aplicación obligatoria para el desarrollo de dichos estudios, dejando la puerta abierta a la presentación de resultados basados en la elección de métodos a conveniencia de las empresas que contratan y presentan dichos estudios, que en resumen son quienes solicitan la licencia ambiental; de igual manera esta deficiencia afecta el planteamiento de los términos que establecen las corporaciones a nivel regional para la realización de estudios con las mismas características, ya que estos se basan principalmente en los lineamientos establecidos por la autoridad nacional en este caso el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

De acuerdo con el planteamiento anterior ¿será factible mediante la implementación metodologías para la recopilación y análisis de la información solicitada en el cumplimiento de los lineamientos establecidos en los términos de referencia de proyectos lineales, el mejoramiento de los resultados de la evaluación realizada por las autoridades ambientales?

4. JUSTIFICACIÓN

A medida que aumenta el interés de los diferentes grupos sociales por el uso de los recursos naturales existentes en el territorio colombiano, se ha manifestado el inconformismo por la asignación de licencias ambientales en áreas consideradas de interés ambiental, o por el mal manejo ambiental de los proyectos licenciados sin que se evidencie la intervención adecuada de las autoridades ambientales.

Si se tiene en cuenta que la asignación de dichas licencias se basa en los estudios de impacto ambiental suministrados por las empresas que requieren la licencia y que la razón de ser de estos estudios es ser “...*el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental...*” (Art. 21, Decreto 2820 de 2010), existe la posibilidad que en la realización y contenido de los mismos se encuentre la explicación algunas de los posibles falencias que se presentan en el proceso de licenciamiento. Es por esta razón que se pretende analizar bajo que metodologías desarrollan las empresas privadas los contenidos de estos estudios y determinar si es posible el planteamiento de metodologías específicas, que contribuyan con la óptima evaluación de la afectación de los recursos naturales a ser intervenidos por el desarrollo de los proyectos lineales correspondientes a la construcción de vías.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta de mejoramiento a los términos de referencia, permitiendo que los estudios de impacto ambiental de proyectos lineales, presentados para el proceso de obtención de licencias ambientales; se encuentren desarrollados mediante la implementación de metodologías de estudio apropiadas que faciliten la evaluación de los mismos.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar las metodologías de caracterización y evaluación establecidas en los términos de referencia para la realización de estudios de impacto ambiental de proyectos lineales, en cada uno de los ítems que integran los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos.

Seleccionar metodologías homologables a establecerse dentro de los términos de referencia para la realización de estudios de impacto ambiental de proyectos lineales objeto de licenciamiento ambiental.

Proponer un modelo donde se unifiquen los términos de referencia para la realización de estudios de impacto ambiental aplicables en la evaluación nacional de proyectos lineales.

6. MARCOS REFERENCIALES

6.1 MARCO TEORICO

El actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en su decreto 2820 de 2010 Artículo 14, establece que los estudios ambientales serán desarrollados de acuerdo con lo establecido en los términos de referencia, expedidos por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; en el mismo artículo aclara que *“No obstante la utilización de los términos de referencia el solicitante deberá presentar el estudio de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales....La cual será de obligatorio cumplimiento”*⁶: si embargo el propósito de esta metodología no se proyectó más allá de ser un instrumento orientador para la realización de los estudios en mención.

Gómez Orea (2002) considera como una de las falencia en el desarrollo de los estudios ambientales la falta de unificación de metodologías y criterios de valoración, considerando apropiado la puesta a punto de un sistemas de indicadores de impacto ambiental; donde dichas metodologías se empleasen como un sistema para evaluar la calidad de los estudios de impacto ambiental.⁷

Arboleda (2008) menciona que para la adecuada identificación de los impactos de un proyecto *“es indispensable empezar por un buen conocimiento del proyecto propuesto, de sus componentes, sus procesos constructivos y operativos, las etapas de desarrollo que comprende, etc. Es por eso, que la EIA se inicia con una caracterización del proyecto de tal forma que se puedan identificar las causas o acciones que están generando los cambios sobre el medio ambiente”*, así mismo considera que *“si bien la evaluación de impacto ambiental de proyectos (EIA) es extremadamente necesaria, no es suficiente. Esta evaluación presenta una serie de limitaciones que conducen a relevar la alternativa de aplicar otros instrumentos de gestión ambiental, como la evaluación ambiental estratégica”*⁸ dando a entender que se requieren herramientas o métodos complementarios al desarrollo de la evaluación ambiental tradicional.

Según Lobos (2009), O’Riordan & Hey (1976) sostenían que: *“es esencial la elaboración de procedimientos adecuados que garanticen que las repercusiones*

⁶MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 2820 de 2010. Bogotá, 2010. 32 p

⁷GÓMEZ OREA D. “Evaluación Del Impacto Ambiental, Un instrumento Preventivo Para La Gestión Ambiental”. Segunda Edición. Barcelona 2002. 749 p.

⁸ ARBOLEDA J. “Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, Obras o Actividades”. Medellín, 2008. 144 p.

ambientales de las decisiones de política sean plenamente discutidas con anterioridad a la decisión de avanzar en cualquier propuesta en particular”,⁹ sin embargo en este mismo documento se manifiesta la pérdida del sentido original de la EIA enfocándose a la aplicación dirigida a proyectos individuales reduciendo significativamente el alcance y la capacidad de integralidad de este instrumento. Así mismo este documento señala dentro de las principales limitaciones de la EIA, la insuficiente consideración de los impactos indirectos, acumulados y sinérgicos, la inadecuada limitación del ámbito espacial y los plazos temporales y la falta de enfoque hacia el desarrollo sostenible donde se pueda visualizar cambios metodológicos. Por lo que los resultados de la EIA no van más allá de la incidencia del proyecto específico: por lo que el documento busca dirigir la mirada hacia la implementación de la evaluación ambiental estratégica como herramienta de toma de decisiones.

Conesa (2010) ratifica los estudios de impacto ambiental como una excelente herramienta para prevenir las alteraciones que nuevos proyectos puedan producir al entorno.¹⁰

De acuerdo con el análisis realizado en el Foro Nacional Ambiental,¹¹ en el proceso de realización de los estudios de impacto ambiental, se requiere establecer metodologías que fortalezcan la evaluación de los impactos, indicando de cierta manera la existencia de vacíos y o debilidades en el proceso de licenciamiento.

Como se puede apreciar en los documentos anteriormente citados la gran mayoría de los autores coinciden en que si bien la evaluación de impactos como se conoce actualmente ha constituido una gran herramienta esta requiere de ajustes para lograr la integralidad de la interacción de los diferentes componentes, de igual manera es esencial fortalecer los aparte dentro de los estudios ambientales que constituyen el insumo para realizar la evaluación ambiental de las actividades de cada proyecto.

6.2 MARCO CONCEPTUAL

Estudio de Impacto Ambiental: Se entiende por estudio de impacto ambiental el conjunto de la información que deberá presentar ante la autoridad ambiental competente el peticionario de una licencia ambiental.

⁹Citado por: LOBOS V. “Evaluación Ambiental Estratégica, Conceptos, Evolución y Práctica”. Lisboa, 2009. 25 p

¹⁰CONESA V. “Guía Metodológica para la evaluación del Impacto ambiental”. 4 edición. Madrid, 2010. 800 p.

¹¹FORO NACIONAL AMBIENTAL. “Las Licencias Ambientales y Su Proceso de Reglamentación en Colombia”. Análisis 1. Bogotá, 2011. 16 p

Metodología: Básicamente comprende la formulación de un proceso o conjunto de procedimientos racionales que tienen como propósito permitir el alcance de los objetivos planteados dentro de un estudio o investigación. Generalmente las metodologías a las que se hace referencia o que son empleadas para el desarrollo de estudios ambientales han sido el producto de investigaciones llevadas a cabo por diferentes institutos o entidades, dedicadas a la investigación o estudios de áreas o grupos específicos.

Proyectos Lineales: Hace referencia a aquellos proyectos que presentan un trazado de tipo lineal, es decir, que inician o conectan un punto A y se dirigen o finalizan en un punto B, los cuales para su desarrollo requieren la ocupación de un corredor o derecho de vía, sobre el cual se realiza la intervención a los recursos naturales y comunidades existentes. Un ejemplo de estos son las líneas de transmisión eléctrica, vías, líneas férreas y líneas de flujo.

Términos de referencia: Generalmente constituyen un documento que contiene las especificaciones técnicas o los lineamientos generales para el desarrollo de un estudio o actividad, en este caso hacen referencia a las especificaciones establecidas por las autoridades ambientales para el cumplimiento de requisitos normativos y técnicos según sea el propósito. Los términos de referencia pueden ser formulados para negociaciones, concursos, proyectos o como en el presente caso para la elaboración y presentación de estudios.

6.3 MARCO LEGAL

A continuación se relacionan las normas colombianas que soportan la legalidad e importancia de los términos de referencia para la elaboración de estudios ambientales.

6.3.1 Ley

Ley 99 de 1993: Expedida por el Congreso de Colombia. Por la cual se crea el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental –SINA y se dictan otras disposiciones, que en su Título VIII hace énfasis a las disposiciones sobre licencias ambientales, la realización de los estudios ambientales y la fijación de los respectivos términos de referencia.

6.3.2 Decreto

Decreto 2820 de 2010: Expedido por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

6.3.3 Resoluciones

Resolución 1289 del 30 de Junio de 2006: Por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras y se adoptan otras determinaciones.

Resolución 601 de 04 Abril de 2006: Expedido por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia (artículos 6 y 7).

Resolución 627 de 2006: Expedido por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

Resolución 1503 de 2010: Expedido por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual se adopta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales.

Resolución 650 de 29 Marzo de 2010: Expedido por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.

Resolución 2154 de 2010: Expedido por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones.

Resolución 383 de 2010: Expedido por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman otras determinaciones.

Resolución 1517 de 2012: Expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por el cual se adopta el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida Biodiversidad.

7. ALCANCE Y LIMITACIÓN

El presente documento tiene la intención de generar una propuesta de mejoramiento a los términos de referencia para la realización de estudios de impacto ambiental en proyectos lineales para la construcción de vías, para lo cual se pretende entregar un documento con estructura similar a la que presentan hoy en día los términos de referencia elaborados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el cual se incluirán la propuesta metodológica para el desarrollo de los ítems que componen la línea base y la evaluación de impactos ambientales en los estudios de impacto ambiental, metodologías que serán analizadas y seleccionadas mediante el desarrollo de la propuesta metodología expuesta en el presente documento.

De igual manera se presentará la relación de metodologías revisadas para el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente estudio, con los resultados de revisión y propuesta de modificación de las mismas, en los casos para los que aplique, la revisión mencionada estará apoyada por especialistas en cada una de las áreas de las que tratan los componentes abiótico, biótico y socioeconómico que evalúan en los estudios de impacto ambiental.

Así mismo se entregara un esquema de modelo unificado para la elaboración general de estudios de impacto ambiental en proyectos lineales para la construcción de carreteras, donde se encuentren integrados los diferentes requisitos de proyectos de esta índole, tanto a nivel nacional como a nivel regional.

Este proyecto no pretende realizar el planteamiento de nuevas metodologías, ni de nuevos esquemas de evaluación ambiental en los proyectos de carácter lineal, ya que para la realización de un proyecto con este tipo de alcance, se requiere del trabajo de un equipo multidisciplinario, con amplia experiencia en cada componente y la colaboración de los diferentes institutos de investigación existentes en el país, recurso con el que no es posible contar para el desarrollo de esta monografía.

8. METODOLOGÍA

8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo metodológico para la realización de los objetivos propuestos en el presente proyecto será de carácter cualitativo, enfocado como ha sido recalcado en la identificación de metodologías para el desarrollo de la línea base de los estudios ambientales de proyectos lineales para la construcción de vías, mediante la comparación e identificación de los términos de referencia planteados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR y de las fortalezas y debilidades de las metodologías aplicables; no sin antes tener plenamente identificados las planteadas en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. La selección de metodologías se realizara de acuerdo a las recomendaciones de especialistas en cada área y al aporte de sus conocimientos.

8.2 ETAPAS DE INVESTIGACIÓN

Cada uno de los objetivos planteados para el cumplimiento del alcance general del presente estudio comprende en sí mismo una etapa distinta, es así, que el primer objetivo específico se encuentra enfocado a la realización del diagnóstico actual de los términos de referencia existentes, en busca de la identificación de las metodologías recomendadas por parte de la autoridad ambiental. En este mismo orden de ideas, el segundo objetivo comprende una etapa de documentación y verificación de las metodologías existentes y la compatibilidad de su implementación en este tipo de proyectos, para lo cual se contara con la colaboración de profesionales de cada especialidad evaluada para su análisis. Finalmente el tercero de los objetivos comprende la presentación de resultados, los cuales constituyen la presentación de un modelo unificado de términos de referencia para la realización de estudios ambientales para proyectos lineales en este caso la construcción de carreteras, el cual incluirá la propuesta de las metodologías para cada una de las áreas analizadas.

En la Tabla 1 Se presenta con mayor claridad la metodología propuesta, las actividades y herramientas a emplearse para la obtención de los productos planteados.

Tabla 1 Diseño Metodológico

OBJETIVO GENERAL				
Realizar una propuesta de mejoramiento a los términos de referencia, permitiendo que los estudios de impacto ambiental de proyectos lineales, presentados para el proceso de obtención de licencias ambientales; se encuentren desarrollados mediante la implementación de metodologías de estudio apropiadas que faciliten la evaluación de los mismos.				
Objetivos Específicos	Alcance	Actividades	Herramientas	Productos
Identificar las metodologías de caracterización y evaluación establecidas en los términos de referencia para la realización de estudios de impacto ambiental de proyectos lineales, en cada uno de los ítems que integran los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos.	Revisión del contenido de los términos de referencia existentes para la elaboración de estudios ambientales de proyectos lineales para la construcción de vías; así como de la Metodología General Para La Presentación De Estudios Ambientales	Elaborar una lista de chequeo en la que se relacionaran los ítems requeridos en los términos de referencia para la presentación de estudios de impacto ambiental de proyectos lineales para la construcción de vías (VI-TER-1-01), los términos de referencia establecidos por la CAR para la construcción de carreteras y las metodologías propuestas para la elaboración de la línea base de los estudios ambientales, incluyendo la evaluación de impactos contenida dentro de los mismos.	Términos de referencia, VI-TER-1-01. Metodología General Para La Presentación De Estudios Ambientales (MADS. 2010). Términos de referencia para la construcción de carreteras expedidos por la Car	Lista de chequeo
Seleccionar metodologías homologables a establecerse dentro de los términos de referencia para la realización de estudios de impacto ambiental de proyectos lineales objeto de licenciamiento ambiental.	Consulta de especialistas y textos especializados relacionados con la elaboración de estudios ambientales, así como con la evaluación de impactos ambientales, para la identificación, comparación y selección de metodologías.	Consulta de textos especializados relacionados con la elaboración de estudios ambientales, así como con la evaluación de impactos ambientales, para la identificación de metodologías existentes para elaboración de estudios y evaluación de impactos que han sido implementadas en la región o que en su defecto son adaptables a las condiciones del trópico.	Encuestas a especialistas en cada uno de los temas comprendidos en la línea base de los estudios ambientales y en la evaluación de impactos ambientales.	Cuadro comparativo en el cual se identificaron las debilidades y fortalezas de estos métodos en la aplicación de proyectos lineales y selección de las metodologías más recomendadas. Anexo con entrevista de soporte, diligenciadas por especialistas de cada área.

OBJETIVO GENERAL				
Realizar una propuesta de mejoramiento a los términos de referencia, permitiendo que los estudios de impacto ambiental de proyectos lineales, presentados para el proceso de obtención de licencias ambientales; se encuentren desarrollados mediante la implementación de metodologías de estudio apropiadas que faciliten la evaluación de los mismos.				
Objetivos Específicos	Alcance	Actividades	Herramientas	Productos
Proponer un modelo donde se unifiquen los términos de referencia para la realización de estudios de impacto ambiental aplicables en la evaluación nacional de proyectos lineales.	Formulación de un esquema de modelo unificado para la elaboración general de estudios de impacto ambiental de proyectos lineales para la construcción de vías, donde se encuentren integrados los requisitos nacionales y regionales para proyectos de esta índole teniendo como comparativos los términos establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, los términos establecidos por la CAR para la construcción de carreteras.	De acuerdo a las metodologías seleccionadas y a la información contenida en los términos de referencia establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, los términos de referencia establecidos por la CAR para la construcción de carreteras, se elaborará un documento propuesta donde se unificarán los términos de referencia estudiados, el cual incluirá la propuesta metodológica y de mejoramiento para cada uno de los ítems contemplados en la caracterización y la evaluación de impactos.		Modelo único de términos de referencia para la presentación de estudios ambientales de proyectos lineales para la construcción de vías.

9. RESULTADOS

El presente numeral busca mostrar el cumplimiento de los objetivos propuestos en el presente proyecto de grado, es así que en busca de dar cumplimiento al primero de estos objetivos se realizó la revisión de información contenida en los términos de referencia para proyectos lineales para la construcción de carreteras, realizándose una lista de chequeo para la línea base y evaluación de impactos, donde se compararon y relacionaron en cada numeral las metodologías propuestas tanto por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) como por la CAR, a ser aplicadas para la realización de los estudios ambientales, es importante mencionar que se realizó la búsqueda de la existencia de estos términos para las demás corporaciones existentes en el país y no se encontró registro de los mismos.

En los párrafos que se presentan a continuación se realiza una descripción comparativa de cada una de las temáticas más relevantes presentes en los mencionados términos de referencia. Cabe resaltar que si bien, algunos de los numerales que deben ser presentados no se encuentra una relación de metodologías elaboradas por fuentes de información privadas u oficiales si se hace la claridad dentro de estos documentos del listado de información que debe ser entregado en relación a cada numeral (ver Tabla 2).

Dentro de las principales observaciones que se pudieron realizar al hacer la comparación de los dos términos de referencia en estudio, es que si bien los términos establecidos por la CAR fueron generados 4 años después de los establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y en gran parte de su estructura son similares a los mencionados anteriormente, la solicitud de información en los de la CAR es menor, obviando temas como lo son la identificación de usos y usuarios actuales y potenciales del recurso hídrico, ni los posibles conflictos de uso actuales y potenciales que se pueden generar sobre este recurso con la realización de los proyectos que tratan los términos de referencia estudiados en el presente documento.

Por otra parte en lo que respecta al componente socioeconómico no se solicita por parte de la CAR la presentación sobre información a desplazar, situación que puede llegar a presentarse dependiendo del diseño y trazado del proyecto, ya que este, está sujeto a factores de tipo físico que condicionan las áreas sobre las cuales se realizaría su futuro desarrollo y que en algunos casos no permiten la modificación del mismo. Así mismo y de manera más notoria se observa que los términos de referencia planteados por la CAR no requieren dentro del estudio de impacto ambiental la realización de la zonificación ambiental, la cual constituye una herramienta básica de evaluación, al plasmarse en ella la información levantada en los componentes abiótico biótico y socio económico de manera integral, estableciendo aquellas áreas objeto de desarrollo del proyecto de

acuerdo a la sensibilidad ambiental de las mismas. Como detalle adicional se tiene que el análisis de paisaje para los términos de referencia expedidos por el MADS se encuentra planteado dentro del componente abiótico y para la CAR dentro del componente biótico, sin embargo en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales diseñada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible el análisis de paisaje se abarca desde el componente socioeconómico.

Tabla 2 Lista de chequeo Metodologías recomendadas para la elaboración de estudios ambientales para la construcción de carreteras

Términos de Referencia CAR	VI-TER-1-01	Metodología		Metodología Propuesta MADS	Observaciones
	Res. 1289 del 30 de Junio de 2006	Si	No		
3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO	3. CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO		X		No se cuenta con metodologías o lineamientos claros que permitan la definición de dichas áreas.
3.1 Áreas de influencia	3.1 Áreas de influencia		X		
3.1.1 Área de Influencia Directa – AID	3.1.1 Área de influencia directa (AID)		X		Respecto al AID los Términos de referencia establecen que es aquella donde se manifiestan los impactos, relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada.
3.1.2 Área de Influencia Indirecta – AI	3.1.2 Área de influencia indirecta (AI)		X		Se debe definir un área para cada componente.
3.2 MEDIO ABIÓTICO	3.2 MEDIO ABIÓTICO				
3.2.1 Geología	3.21 Geología	X		Carta Estratigráfica Global-2000 de la ICS (Internacional Comisión on Stratigraphy), ajuste con sensores remotos, controles de campo que incluyen muestreos	
3.2.2 Geomorfología	3.2.2 Geomorfología	X		Metodología vigente del INGEOMINAS: fotointerpretación y/o interpretación de imágenes de satélite; y controles de campo	
3.2.3 Suelos	3.2.3 Suelos	X		Metodología IGAC: fotointerpretación y control de campo a partir de la apertura de calicatas y determinación de las características físicas y químicas de los diferentes horizontes que conforman el perfil del suelo, dando como resultado el mapa de suelos y normas ICONTEC NTC 4113-1, NTC 4113-2, NTC 3656, NTC 3934, NTC 1522, NTC 4508, NTC 4711	La CAR no solicita la clasificación agrologica de los suelos, ni la identificación del uso actual y potencial del suelo, así como la identificación de los conflictos de uso del suelo y su relación con el proyecto.

Términos de Referencia CAR	VI-TER-1-01 Res. 1289 del 30 de Junio de 2006	Metodología		Metodología Propuesta MADS	Observaciones
		Si	No		
3.2.4 Hidrología	3.2.4 Hidrología	X		Curvas de duración de caudales diarios y/o series de caudales mensuales multianuales; curvas de calibración de nivel vs. caudal para las estaciones hidrológicas representativas, al igual que las curvas de caudal sólido vs. caudal líquido tanto en suspensión como de fondo.	
	3.2.5 Calidad del agua	X		Guía para el monitoreo y seguimiento del agua elaborada por el Instituto de Hidrología y Estudios Ambientales -IDEAM con la participación del Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Andreis -INVEMAR	
	3.2.6 Usos del agua		X	Definidos por los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas, y las metas y objetivos de calidad establecidos por la autoridad ambiental para la corriente.	La CAR no solicita en sus términos la identificación de usos y usuarios actuales y potenciales del recurso, ni determinar los posibles conflictos de uso actuales y potenciales del agua
3.2.5 Hidrogeología	3.2.7 Hidrogeología	X		Lineamientos generales del estándar para la presentación de mapas hidrogeológicos de INGEOMINAS.	
3.2.6 Geotecnia	3.2.8 Geotecnia	X		Conjugar cartográficamente las variables de geología, geomorfología, edafología e hidrología, entregando como resultado la homogenización de polígonos en cuanto al grado de estabilidad de los suelos y vulnerabilidad por procesos morfodinámicos e hidrodinámicos.	
3.2.7 Atmósfera	3.2.9 Atmósfera				
3.2.7.1 Clima		X		Método aerodinámico, balance energético, Penman, Thornthwaite, Blaney y Criddle, Turc.	
3.2.7.2 Calidad del aire		X		Monitoreo de acuerdo con lo establecido en el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire adoptado mediante la Resolución 650 de 29 marzo de 2010 de conformidad con lo previsto por los artículos 6 y 7 de la Resolución 601 de 2006.	

Términos de Referencia CAR	VI-TER-1-01	Metodología		Metodología Propuesta MADS	Observaciones
	Res. 1289 del 30 de Junio de 2006	Si	No		
3.2.7.3 Ruido		X		Mediciones de ruido ambiental se efectúan de acuerdo con el procedimiento estipulado en los capítulos II y III del anexo 3, de la Resolución 627 de 2006.	
	3.2.10 Paisaje		X		El análisis de este numeral, dentro de la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales se realiza desde el componente socioeconómico.
3.3 MEDIO BIÓTICO	3.3 MEDIO BIÓTICO				
3.3.1 Ecosistemas terrestres	3.3.1 Ecosistemas terrestres	X		Metodología documento de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia	
3.3.1.1 Flora		X		Cobertura vegetal basada en la nomenclatura Corine Land Cover adaptada IGAC-IDEAM-CORMAGDALENA, mediante la realización de muestreos en campo de acuerdo al tamaño de la cobertura ya sea localizando las parcelas de manera sistemática o al azar.	
3.3.1.2 Fauna		X		Elaboración de lista de especies potenciales presente en la zona de influencia del proyecto en la bibliografía recomendada por el MADS, verificación de resultados mediante la realización de muestreos, colecta, entrevistas y observación de especímenes en campo; mediante métodos desarrollados por el Instituto Alexander von Humboldt, y el Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Andreis. Para establecer la categoría de amenaza de las especies, se debe tomar como base el apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y la Resolución 383 de 2010 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional, o la que la derogue, sustituya o modifique.	

Términos de Referencia CAR	VI-TER-1-01 Res. 1289 del 30 de Junio de 2006	Metodología		Metodología Propuesta MADS	Observaciones
		Si	No		
3.3.2 Ecosistemas acuáticos	3.3.2 Ecosistemas acuáticos	X		Metodologías establecidas por el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Para el muestreo de comunidades marinas se deberán seguir los protocolos definidos por el Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Andreis. Utilizar índices de diversidad conocidos tales como el índice de riqueza de Margalef, Shanon y Weaver. Complementar mediante el uso de índices de afinidad o disimilaridad como afinidad de Jaccard, afinidad Dice y porcentaje de similaridad Bray – Curtis. Adicionalmente para peces se establece una metodología dentro del documento de Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MADS, 2010)	
3.3.3 Paisaje			X		
3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO	3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO		X		Se recomienda consultar fuentes secundarias consignadas en estudios regionales y locales y de ser posible información primaria del área, así como la realización para el AID de métodos participativos y etnográficos con la aplicación de las técnicas pertinentes como entrevistas, encuestas, observación directa
3.4.1 Lineamientos de Participación	3.4.1 Lineamientos de participación		X		Se sugiere tener en cuenta algunos niveles de participación, entre los que se encuentran las autoridades regionales, ciudadanos y comunidades organizadas y comunidades étnicas.
3.4.2 Dimensión Demográfica	3.4.2 Dimensión demográfica		X		Se solicita analizar Dinámica de poblamiento: histórica

Términos de Referencia CAR	VI-TER-1-01	Metodología		Metodología Propuesta MADS	Observaciones
	Res. 1289 del 30 de Junio de 2006	Si	No		
					actual y tendencia futura de movilidad espacial. Identificar tipo de grupo asentado y actividades económicas sobresalientes
3.4.3 Infraestructura de Servicios	3.4.3 Dimensión espacial		X		Hacer un análisis regional de los servicios públicos y sociales incluyendo: la calidad y cobertura, en tanto se relacionen con el proyecto, calidad, cobertura, infraestructura asociada, debilidades y potencialidades del servicio en tanto se relacionen con el proyecto.
3.4.4 Dimensión Económica	3.4.4 Dimensión económica		X		Identificar y analizar los procesos existentes en la región, determinar las relaciones económicas, la estructura, dimensión y distribución de la producción y las dinámicas económicas locales
3.4.5 Aspectos Culturales	3.4.5 Dimensión cultural		X		Realizar la caracterización cultural de las comunidades no étnicas y de las comunidades étnicas, para este último grupo dando cumplimiento al artículo 76 de la Ley 99 de 1993 y de lo establecido en la Ley 21 de 1991, en la Ley 70 de 1993 y en el Decreto 1320 de 1998.
3.4.6 Aspectos Arqueológicos	3.4.6 Aspectos arqueológicos	X		procedimiento establecido por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH)	
3.4.7 Aspectos Político - Organizativos	3.4.7 Dimensión político-organizativa		X		Identificar los actores sociales que interactúan en el área local del proyecto que

Términos de Referencia CAR	VI-TER-1-01 Res. 1289 del 30 de Junio de 2006	Metodología		Metodología Propuesta MADS	Observaciones
		Si	No		
					representen la estructura de poder existente, analizando el grado de conflictividad generado por su interacción con el resto de la sociedad
3.4.7.1 Presencia institucional y organización comunitaria	3.4.7.2 Presencia institucional y Organización comunitaria		X		Elaborar un panorama general sobre gestión de las instituciones y organizaciones públicas y privadas, organizaciones cívicas y comunitarias que tienen una presencia relevante en el área de influencia.
3.4.8 Tendencias del Desarrollo	3.4.8 Tendencias del desarrollo		X		Establecer las tendencias probables de desarrollo, identificando los proyectos de desarrollo impulsados por el sector oficial o privado, precisando las características, cobertura, estado en que se encuentran, agentes sociales involucrados y el tipo de participación que tiene o tendrán
	3.4.9 Información sobre población a desplazar		X		Identificar si se requieren procesos de traslado de población respecto a su lugar de vivienda, producción y redes sociales, así mismo formular un programa de compensación a la población afectada.
	3.5 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL		X		Realizar un análisis integral de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, con el fin de realizar la zonificación ambiental, en donde se determine la potencialidad,

Términos de Referencia CAR	VI-TER-1-01 Res. 1289 del 30 de Junio de 2006	Metodología		Metodología Propuesta MADS	Observaciones
		Si	No		
					fragilidad y sensibilidad ambiental del área, en su condición sin proyecto, describiendo el método utilizado.
5. EVALUACIÓN AMBIENTAL	5 EVALUACIÓN AMBIENTAL		X		No se proponen metodologías específicas, sin embargo se debe explicar dentro del estudio las metodologías empleadas
5.1 Identificación y evaluación de impactos	5.1 Identificación y evaluación de impactos		X		No se proponen metodologías específicas, sin embargo se debe explicar dentro del estudio las metodologías empleadas
5.1.1 Sin proyecto	5.1.1 Sin proyecto		X		
5.1.2 Con proyecto	5.1.2 Con proyecto		X		

Fuente: Autor del proyecto. 2013

Desde el punto de vista metodológico, en lo que concierne al desarrollo de los estudios de impacto ambiental, tanto los términos de referencia emitidos por el MADS, como los de la CAR solicitan aplicar la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT. 2010), para la recopilación de la información solicitada dentro de los mismos.

Como es posible observar en la tabla anterior los ítems del componente abiótico como la geología, geomorfología, suelos, hidrología, clima, calidad del aire, y ruido presentan una metodología asociada, sugerida en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT. 2010), en cuanto al componente biótico se sugieren metodologías para los numerales correspondientes a ecosistemas terrestres, flora, fauna y ecosistemas acuáticos. Caso contrario en el componente socioeconómico no existe relación de metodologías. Es de aclarar que en los términos de referencia para los ítems de los diferentes componentes que no poseen alguna metodología relacionada se especifica qué clase de información se debe presentar, así como se establecen algunos soportes para las fases de socialización de la información en el componente biótico.

Sin embargo realizando una revisión más profunda y comparando ambos documentos se realizaron los siguientes hallazgos:

En lo concerniente a la calidad del aire, los términos de referencia revisados coinciden en que se deben establecer como mínimo 3 estaciones para la medición de los parámetros, sin embargo esto es indiferente a la longitud o condiciones del proyecto, adicional a esto difieren en el número de días de realización del monitoreo, estableciendo el MADS para sus términos de referencia un mínimo de 10 días y la CAR uno de 18 días, sin un soporte técnico de este requisito. Otro de los ítems que presenta disimilitudes es el paisajístico ya que este es contemplado para los términos de referencia del MADS desde el componente abiótico y para los términos de la CAR desde el componente biótico, sin embargo la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT. 2010), a la que se acogen ambos documentos analiza este aspecto desde el componente socioeconómico analizado a partir de la integración de 3 variables densidad poblacional, facilidad de acceso, flujo de pasajeros, y turistas actuales y prospectivo sin tener en cuenta el componente geoesférico.

Por otra parte, en la caracterización de ecosistemas terrestres la especificidad de esta se encuentra establecida en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT. 2010), sin embargo únicamente solicita que sean cartografiados las áreas naturales y de vegetación secundaria, dejando de lado algunos de los territorios artificializados y las áreas agrícolas que por lo general suelen ocupar el mayor porcentaje de área de influencia de los proyectos. Es importante mencionar que dentro de los términos de referencia de la CAR no se hace énfasis en la necesidad de solicitar el permiso de investigación científica

para la colección de material botánico y faunístico y que esto tampoco se encuentre mencionado dentro de la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT. 2010), por lo cual las empresas que se acojan a los términos de referencia para la construcción de vías dentro de la jurisdicción de la CAR no podrían realizar dichas colecciones sin cumplir este requisito previo.

En cuanto al componente socioeconómico al realizar la comparación entre ambos documentos, la CAR no es específica en el tipo de información a presentarse para las comunidades no étnicas, adicional a esto omite solicitar información acerca de la estructura de la propiedad y teniendo en cuenta que la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT. 2010) tampoco es específica al respecto se encuentra un gran vacío respecto a la información básica para la presentación de la línea base en este componente para estudios de impacto ambiental solicitados por la autoridad regional.

Respecto al desarrollo de la segunda fase del estudio la cual se refiere al cumplimiento del segundo objetivo, se realizó un proceso de identificación de metodologías existentes más aplicadas en la recopilación de la información solicitada en cada uno de los ítems establecidos en los términos de referencia estudiados, para lo cual se empleó la aplicación de una encuesta a profesionales de diferentes áreas y formaciones, que laboran en empresas de consultoría ambiental en la realización de estudios de impacto ambiental, dichas encuestas no solo se enfocaron a la identificación de las metodologías más aplicadas, adicional a esto buscaba recopilar información acerca de las deficiencias y ventajas de dichas metodologías en la realización de los estudios ambientales para la construcción de carreteras; las cuales se emplearían más adelante para la identificación de las metodologías que se consideran más recomendables a implementarse en el desarrollo de estos estudios.

Por otra parte se les solicito a los encuestados mencionar las deficiencias que identifican en el planteamiento de los términos de referencia y considerar la viabilidad de establecer metodologías específicas para el desarrollo de dichos estudios, ya sea en los términos de referencia para proyectos lineales o en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. En la Tabla 3 se presenta el modelo de encuesta aplicado a los profesionales de las diferentes áreas, las encuestas diligenciadas se encuentran anexas a este documento.

Es importante aclarar que la aplicación de estas encuestas no tiene como propósito identificar la preferencia de los especialistas, si no adquirir información sobre cada una de las áreas, es por esto que las preguntas planteadas pueden presentar múltiples respuestas y son de carácter abierto. Sin embargo se presenta una tabulación básica de aquellas respuestas que pueden ser analizadas a través de valores porcentuales. En la Tabla 6 se presentan los resultados de las encuestas realizadas donde se enuncian las metodologías recomendadas y las

fortalezas y deficiencias de las mismas.

Tabla 3 Encuesta a Profesionales

Encuesta de identificación metodológica para la realización de Estudios ambientales	
Profesional:	Fecha:
Área de estudio:	Entidad:
<p>1. Que metodologías son las más empleadas en su área de conocimiento para el desarrollo de la línea base y la evaluación de Impacto de los estudios ambientales para proyectos lineales</p>	
<p>2. Que fortalezas y desventajas ha evidenciado usted a lo largo de su experiencia profesional en estas metodologías</p>	
<p>3. Cuál de las anteriores metodologías considera usted que se ajusta más al desarrollo de los objetivos que establecen los términos de referencia para este tipo de proyectos</p>	
<p>4. Respecto a los términos de referencia para estudios lineales que deficiencias identifica en su planteamiento</p>	
<p>5. Considera usted que debería especificarse en los términos de referencia para proyectos lineales o en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, metodologías específicas para la realización de la línea base y la evaluación de impactos ambientales.</p>	

Fuente: Autor del Proyecto, 2014.

Como parte de los resultados obtenidos en la aplicación de las encuestas se presentan a continuación los siguientes resultados los cuales fueron factibles de ser tabulados:

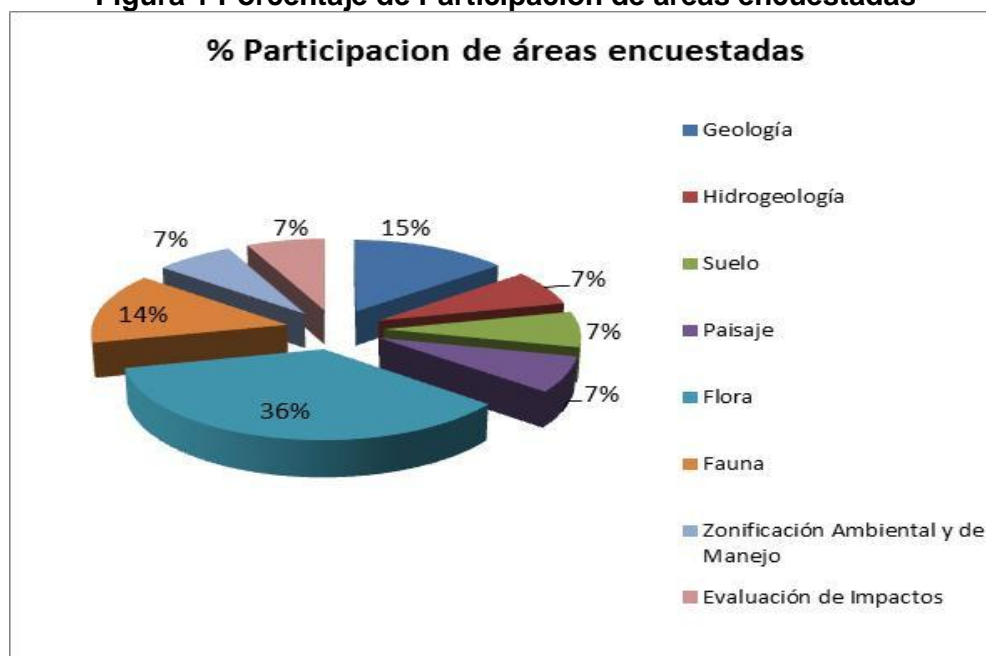
Tabla 4 Número de encuestas por área de estudio

Área encuestada	N° de encuestas	% Participación
Geología	2	14,29
Hidrogeología	1	7,14
Suelo	1	7,14
Paisaje	1	7,14
Flora	5	35,71
Fauna	2	14,29
Zonificación Ambiental y de Manejo	1	7,14
Evaluación de Impactos	1	7,14
Total	14	100,00

Fuente: Autor del Proyecto, 2014

En la Tabla 4 es posible observar que el número total de encuestas realizadas corresponde a 14 encuestas, distribuidas en 8 áreas de conocimiento, de estas la de mayor participación corresponde al componente florístico con 35,71% seguido de fauna y geología ambos con 14,29 % (ver Figura 1), lo que se explica por un mayor volumen de profesionales en estas áreas dentro de las empresas de consultoría.

Figura 1 Porcentaje de Participación de áreas encuestadas



Fuente: Autor del Proyecto, 2014

Dentro de las preguntas planteadas en el modelo de encuesta propuesto una de ellas, correspondiente a la pregunta número 5, fue factible de tabularse dado que su respuesta podía presentarse de manera puntual, a continuación se presentan los resultados:

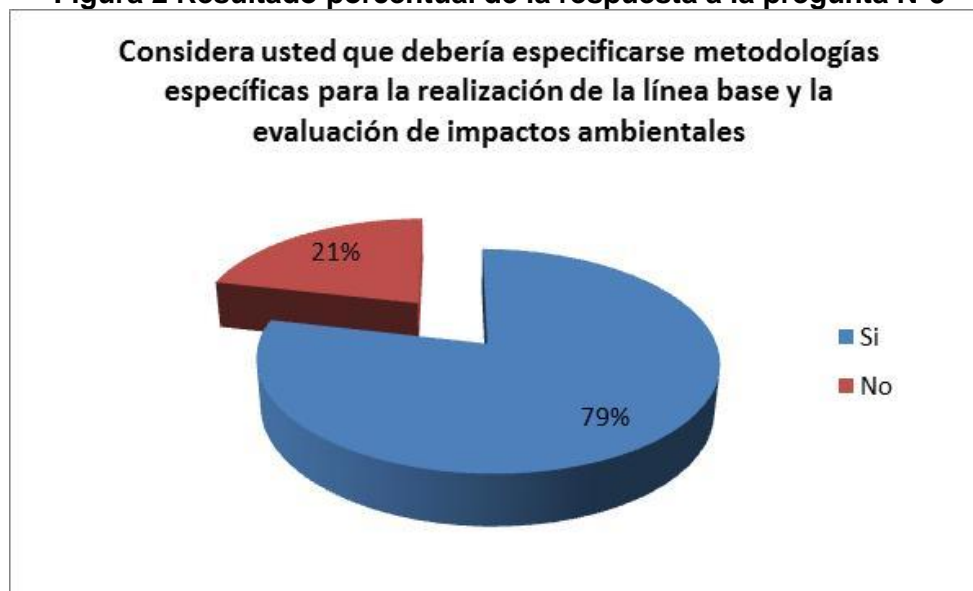
Tabla 5 Resultados respuesta N° 5 de la encuesta realizada a las áreas de estudio

Considera usted que debería especificarse metodologías específicas para la realización de la línea base y la evaluación de impactos ambientales	N° de encuestas	%
Si	11	78,57
No	3	21,43
Total	14	100,00

Fuente: Autor del Proyecto, 2014

Como es posible observar en la Figura 2 la mayoría de los especialistas (79%) consideran que es necesario que se especifiquen metodologías para la realización de la línea base y la evaluación de impactos de los estudios ambientales, tan solo el 21% se encuentra en desacuerdo manifestando dentro de las principales razones el posible sesgo de información de los resultados.

Figura 2 Resultado porcentual de la respuesta a la pregunta N°5



Fuente: Autor del Proyecto, 2014

A continuación se presenta en la Tabla 6 los resultados a las preguntas restantes planteadas en la encuesta a profesionales, los cuales fueron empleados para la selección de metodologías.

Tabla 6 Matriz de metodologías sugeridas por los especialistas

ÁREA	METODOLOGÍA	FORTALEZAS	DEFICIENCIAS
Geología	Metodología IGAC y Trabajo de campo, Metodología para la presentación de estudios ambientales (MAVDT)	Se ajusta al avance tecnológico	Insuficiente tiempo para la realización de los estudios y la falta de aplicación del elemento investigativo. Se presentan inconvenientes por la falta de definición de las áreas de influencia.
Hidrogeología	Metodología para la presentación de estudios ambientales (MAVDT)	Respaldo institucional de las metodologías propuestas	La identificación de áreas de influencia son incompletas y el tiempo para llevar a cabo los estudios es muy corto. Se suele castigar la pendiente en la identificación de impactos ambientales.
Suelo	Metodología IGAC	Evaluación integral del recurso	Falta de idoneidad en los profesionales
Paisaje	método indirecto del Bureau of Land Management , metodología de Seoáñez, metodología Yeomans, método de Steinitz	Integración de diferentes componentes en el análisis	Falta de idoneidad en los profesionales
Flora	Censos forestales 100%, Matteucci y Colma, Krebs, Corine Land Cover adaptada	Permite un acercamiento rápido al estado actual del bosque	Determinación del número de repeticiones, basadas en ecosistemas europeos
Fragmentación	v-late 2.0 beta	Fácil de aplicar y analizar	
Fauna	Manual de métodos del IAvH, Metodología para la presentación de estudios ambientales MAVDt	Abarcan todos los grupos, muy completa para Aves	Falta fortalecer el grupo de mamífero, se requieren muchas horas de muestreo
Zonificación Ambiental	Metodología Feliz Delgado	Fácil de aplicar y analizar	Planteada para el sector hidrocarburos, deficiencias en la definición de sensibilidad para el medio socioeconómico, Calificación de acuerdo al criterio del especialista, muy subjetiva
Evaluación Ambiental	listas de chequeo	Simples, Útiles para evaluaciones ambientales en fase preliminar, identificando impactos más significativos Existen listados previamente definidos	Si no se dispone de listados previos, se requieren evaluadores muy expertos para no dejar por fuera aspectos significativos, No permite el análisis de la relación causa-efecto
	Diagrama de redes	Permite una visualización muy completa de las relaciones causa-efecto. Entre más interdisciplinario y experto sea el grupo evaluador se pueden construir mejores redes	No se destacan áreas de interés No permite visualizar la temporalidad Requiere el concurso de profesionales expertos

ÁREA	METODOLOGÍA	FORTALEZAS	DEFICIENCIAS
	Matrices	El arreglo cuadrático permite hacer consideraciones acerca de las posibles relaciones entre factores y acciones. Ampliamente utilizadas, lo que facilita su comprensión. Permiten comparar eventos aparentemente no comparables. Se tiene una visión integrada de los impactos involucrados. Se pueden utilizar en diferentes fases de la evaluación. Se puede trabajar con diferentes niveles de información.	Normalmente no son selectivas. No poseen mecanismos para destacar áreas de interés. No permite visualizar la temporalidad de los impactos.
	Superposición de mapas	Útil para la evaluación de impactos ligados a la planificación y ordenación del territorio o para proyectos lineales. Útil para evaluar alternativas. Se pueden usar técnicas de sensores remotos y SIG, que juntamente con verificaciones en el terreno facilitan la preparación rápida y bastante precisa de mapas y la obtención de resultados confiables.	Resultados generales y normalmente a grandes escalas. Se requiere personal y equipos muy especializados en estas técnicas.

Fuente: Autores del Proyecto, 2014.

A continuación y de acuerdo a los resultados plasmados en la Tabla 6 se presenta una descripción de las metodologías sugeridas por los especialistas, algunas de las metodologías plasmadas hacen parte de la información de estudios desarrollados por las empresas de consultoría, acorde con las condiciones establecidas por las directivas del programa de postgrados para la realización del presente proyecto.

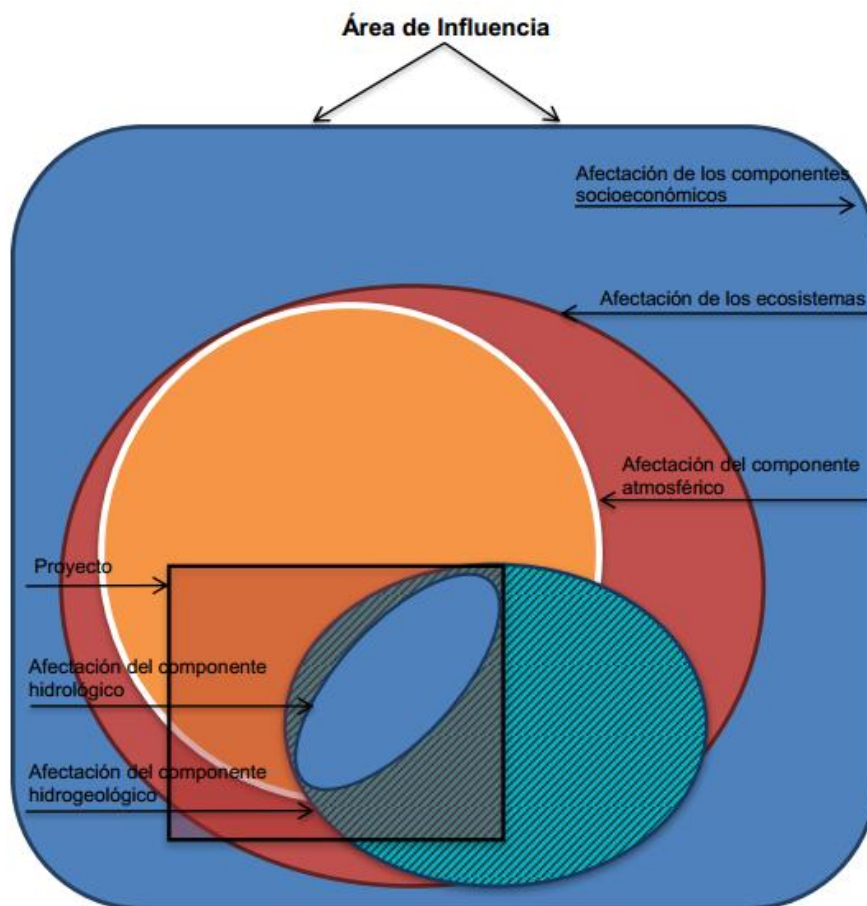
- Áreas de Influencia

Una de las principales deficiencias que se encuentran al momento de la realización de los estudios ambientales, corresponde a la correcta delimitación de las áreas de influencia tanto directa como indirecta, respecto a estos numerales la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, no hace ningún tipo de referencia a la forma en la que se deben definir estas áreas, en cuanto a los términos de referencia analizados se establece que las áreas de influencia estarán determinadas por la trascendencia de los impactos en cada componente analizados, pero simplemente se traduce en una opción abierta para que cada una de estas áreas sea definida por el interesado en la obtención de la licencia, evidenciando un posible sesgo en los estudios que se presentan.

Relacionado con este tema el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible emitió el 20 de Diciembre de 2012 un documento¹², en el cual se esquematiza la definición del área de las áreas de influencia en relación con cada componente (Ver Figura 3), evidenciándose teóricamente el incremento de estas áreas dependiendo del componente estudiado, situación que difiere de las áreas que se presentan actualmente en los estudios, donde para el componente biótico y el abiótico se realiza el análisis de los impactos sobre una misma área y solo se ve una diferencia al presentar las áreas del componente socioeconómico. Sin embargo en este documento tampoco se cuenta con lineamientos claros y específicos.

¹² <http://www.andi.com.co/Archivos/file/AREADEINFLUENCIA.pdf>

Figura 3 Relación áreas de influencia por componente



Fuente: www.andi.com.co

Difícilmente dentro del alcance del presente documento se pueden establecer los lineamientos que permitan la definición de estas áreas específicamente para la construcción de carreteras, sin embargo es competencia del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible hacer los esfuerzos necesarios por establecer una mayor precisión en la definición de estas áreas.

- Geología

En cuanto a la metodología propuesta para la recopilación de información geológica de las áreas a intervenir, dentro de las principales ventajas de la metodología establecida por el MADS es que se solicita el uso de la tabla estratigráfica internacional haciendo fomentando el uso de un solo lenguaje en lo que se refiere a los resultados que se presentan, es de resaltar la importancia y obligatoriedad de la realización de controles de campo ya que es mediante la realización de estos que se logra una mayor fidelidad en los resultados.

Teniendo en cuenta que los términos de referencia no solo requieren la identificación de unidades geomorfológicas, si no que adicional a esto y de gran importancia es la identificación de la áreas susceptibles a amenazas naturales y que respecto a este tema no se realiza ninguna observación o recomendación de fuentes o guías para lo cual se recomienda utilizar las guías metodológicas establecidas en Varnes (op. cit.), Van Westeen (op. cit.), INGEOMINAS et al. (2001).

De acuerdo con las recomendaciones de INGEOMINAS es necesario realizar el cruce de unidades de relieve, pendiente topográfica, geología, geomorfología, hidrogeología, uso y cobertura del suelo, principalmente ya que son estas variables las que intervienen en la determinación de la susceptibilidad del terreno. Para lo cual se requiere contar un muy buen nivel de información en estas áreas. De igual manera se recomienda la consulta de la Norma Sismo resistente NSR-10 de Colombia.

- Geomorfología

Tal como lo menciona la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la información debe presentarse de acuerdo con los lineamientos generales establecidos en la metodología vigente del INGEOMINAS, sin embargo de la misma manera que en el componente geológico es de gran importancia la óptima realización de controles en campo que permitan la identificación y análisis de los atributos o criterios morfográficos, relacionados con la geometría de las formas; morfométricos, con las medidas de estas; morfogenéticos, con el origen y morfocronológicos, con la caracterización geocronológica de las formas de terreno; para lo cual se requiere haber realizado previamente una adecuada fotointerpretación para la determinación de zonas piloto de control las cuales cubran un porcentaje altamente representativo de la zona total a estudiar.

Para un mejor desarrollo y soporte del control de campo, se recomienda tener en cuenta los siguientes documentos:

Tabla 7 Documentos Relacionados con el Control de Campo para el componente geomorfológico

Descripción	Identificador
Geomorfología aplicada a los levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras	CIAF IGAC
Sistema Geomorfológico Genético Categorizado de Alfred Zinck	CIAF IGAC
Catalogo Carvajal	INVEMAR
Aproximación a la clasificación fisiográfica del terreno	CIAF IGAC

Fuente: Consultoría Colombiana. 2013

- Suelos

Respecto al componente suelo la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, propone la utilización de la Metodología del IGAC, para la cual se requiere hacer fotointerpretación del área y controles de campo los cuales incluyen la apertura de calicatas y determinación de las características físicas y químicas de los diferentes horizontes que conforman el perfil del suelo, descripción morfológica del perfil, registro fotográfico de cada uno de los perfiles de suelos, georeferenciación de cada uno de los perfiles descritos.

Como documentos de apoyo y soporte de la caracterización de los suelos se recomiendan los siguientes:

Tabla 8 Documentos Relacionados con el Control de Campo para el componente suelo

Descripción	Identificador
Metodología para los levantamientos de suelos	IGAC
Instructivos para los levantamientos de suelos. Manual de códigos	IGAC
United States Department of Agriculture USDA. Natural Resources Conservation Services NRCS. Keys to Soil Taxonomy Eleventh Edition, 2010	IGAC
United States Department of Agriculture USDA. Natural Resources Conservation Services NRCS. Keys to Soil Taxonomy Tenth Edition, 2006 (en español)	IGAC
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI, Subdirección de Agrología. Propiedades Físicas de los Suelos. IGAC. Bogotá D.C., 1990.	IGAC
HUGO VILLOTA. Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de las Tierras, INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI, Subdirección de Docencia e Investigación 1991 y 2005.	IGAC
Munsell Soil Color Charts 1992 edición revisada. Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corp. Munsell Color P.O Box 230, Newburgh, New York 12551 0230	
Sistema Geomorfológico Genético Categorizado de Alfred Zinck	CIAF IGAC

Fuente: Consultoría Colombiana. 2013

Si bien las metodologías establecidas a nivel nacional para el levantamiento de la información de suelos, se consideran apropiadas no solo en la calidad de la información, si no en que son apropiadas para el desarrollo de proyectos a nivel nacional ya que han sido planteadas para el país, muchos de los sesgos que se pueden presentar en la información obtenida, radican en la falta de exigencia de profesional idóneo para el desarrollo de estas actividades, ya que en muchos de los casos y especialmente a nivel regional se suele asignar esta responsabilidad

dentro de las empresas que realizan los estudios ambientales a profesionales que carecen de la experiencia necesaria para la realización adecuada de las actividades mencionadas.

- Hidrología

En cuanto a la identificación de régimen de caudales la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece de manera precisa el tipo de información a levantar y la metodología a utilizar, así como las especificaciones de las entidades que intervengan o contribuyan en la obtención de dichos resultados como lo son el IDEAM y las CAR's, sin embargo se recomienda tener en cuenta para la caracterización de este componente las siguientes actividades:

Para el área de influencia directa y para la determinación del régimen hidrológico se hará uso de la metodología de las curvas de duración de caudales diarios y/o series de caudales mensuales multianuales. Igualmente, se determinarán las curvas de calibración de nivel vs caudal para las estaciones hidrológicas representativas, al igual que las curvas de caudal sólido vs caudal líquido tanto en suspensión como de fondo. Para los anteriores análisis se podrá utilizar información de registros históricos del IDEAM o mediante estimaciones con base en ajustes y calibraciones de parámetros hidráulicos.

Para estimar caudales en sitios sin información, se utilizarán metodologías de estimativos indirectos mediante correlaciones hidrológicas, relaciones área-precipitación-caudal y/o modelos de lluvia escurrentía.

Para el área de influencia directa las actividades a desarrollar serán:

- Identificación del tipo y distribución de las redes de drenaje.
- Descripción y localización de la red hidrográfica e identificación de la dinámica fluvial de las fuentes que pueden ser afectadas por el proyecto, así como las posibles alteraciones de su régimen natural (relación temporal y espacial de inundaciones).
- Inventario de las principales fuentes contaminantes en la zona de cruces, para las cuales se procurará identificar el generador y tipo de vertimiento.
- Determinación del régimen hidrológico y los caudales máximos, medios y mínimos mensuales multianuales de las fuentes a intervenir.

Adicionalmente para la obtención de la información hidráulica requerida, de los tramos representativos se determinará, la velocidad de las corrientes, el tirante, o profundidad para cada caudal y el régimen establecido a través del número de Froude. Para lograrlo, se determinará la pendiente hidráulica de las corrientes mediante un levantamiento topográfico y/o información cartográfica, y la forma de la sección transversal promedio mediante el mismo levantamiento aguas arriba y

aguas abajo del cruce.

Los resultados de estos análisis, específicamente producirán curvas de calibración de profundidad (H), área (A), perímetro (P), ancho superficial (T), velocidad media (v), y velocidad máxima (Vmax) como función del caudal, de la siguiente forma:

- Niveles de aguas y velocidades en los sitios establecidos para las corrientes de la zona intervenida.
- Distribución del flujo y velocidades en el sitio para el caudal que va a ser considerado encada sitio propuesto.
- Curvas de Nivel vs. Caudal para los sitios de cruce.
- Curva Caudal vs. Velocidad para los sitios de cruce.
- Curva de Velocidad vs Nivel para los sitios de cruce.
- Efecto de los cambios en la geomorfología natural de las corrientes en los sitios de cruce previstos.
- Perfiles de velocidades en la secciones de los sitios de cruce.

Es importante tener en cuenta que basados es esta metodología, y dependiendo del área de desarrollo del proyecto se pueden presentar vacíos en la información registrada por las estaciones del IDEAM debido a varios factores que en algunas se presenta como la falta de registro de información.

- Calidad del agua

Para llevar a cabo la caracterización de la calidad del agua dentro de las áreas de influencia del proyecto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece la implementación de la Guía para el monitoreo y seguimiento del agua elaborada por el Instituto de Hidrología y Estudios Ambientales -IDEAM con la participación del Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Andreis –INVEMAR, además de establecer en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales las características de las muestras que darán lugar a los resultados y análisis de los muestreos, acogiendo estas lo que se encuentra establecido en las Normas ICONTEC NTC-ISO 5667-10, NTC-ISO 5667-11, NTC-ISO 5667-13, NTC-ISO 5667-2, NTC-ISO 5667-4, NTC-ISO 5667-9, NTC 3945, NTC-ISO 5667-12, NTC-ISO 5667-15, NTC-ISO 5667-19, NTC-ISO 5667-1, NTC-ISO 5667-14, NTC-ISO 5667-18, NTC-ISO 5667-16, NTC-ISO 5667-3, NTC-ISO 5667-6, NTC 3948. Por lo que se considera que se encuentra más que especificado los lineamientos metodológicos concernientes a este componente.

- Usos del agua

Dado el alcance de la información que se requiere recopilar para el análisis de este componente es importante resaltar que generalmente los estudios se basan en información que es suministrada por autoridades municipales y entidades

ambientales regional, que cuentan con información propia del territorio, sin embargo, y teniendo en cuenta que en algunas de las áreas del país esta información se encuentra desactualizada, como es el caso de los Esquemas o Planes Básicos de Ordenamiento Territorial, esta debe ser complementada con la información levantada en campo como es la identificación de usos del agua y vertimientos, estableciendo comisiones que realizaran el recorrido por el área de influencia determinada, y obtendrán la información de manera directa de los usuarios y habitantes de la zona. Así mismo se recomienda hacer uso de la información levantada por el área social en las fichas veredales donde deberá incluirse esta temática.

- Hidrogeología

Si bien dentro de los Términos de referencia de índole nacional y regional se establece un listado de los aspectos a identificar y analizar dentro del componente hidrogeológico, no se establecen lineamientos básicos, ni se da la recomendación de metodologías para el cumplimiento de los objetivos del numeral en mención, por lo que a continuación se relacionan las actividades y metodologías recomendadas para el levantamiento de la información de este aspecto de estudio:

- Recopilación y análisis de información secundaria obtenida del - Servicio Geológico Colombiano, Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios que hacen parte del área de influencia del proyecto y Corporaciones Autónomas Regionales.
- Revisión de inventario de puntos de agua subterránea.
- Elaboración de la cartografía hidrogeológica preliminar.
- Descripción de unidades hidrogeológicas con base en información secundaria.
- Levantamiento detallado de campo, incluirá la descripción detallada de unidades litológicas, con muestreo para ensayos petrográficos siempre que aplique, obtenido en afloramientos rocosos, cortes y apiques.
- Descripción de perfiles de meteorización de rocas, en las unidades litológicas que cruza el corredor.

En el desarrollo de este proceso se recomienda el uso del Formato Único Nacional para inventario de puntos de agua subterránea, del IDEAM, INGEOMINAS (ahora Servicio Geológico Colombiano y MAVDT ahora MADS).

Para la generación de la memoria técnica respectiva, así como de la caracterización hidrogeológica de los acuíferos presentes, se recomienda emplear la metodología desarrollada por la Asociación Internacional de Hidrogeólogos adoptada por la UNESCO.

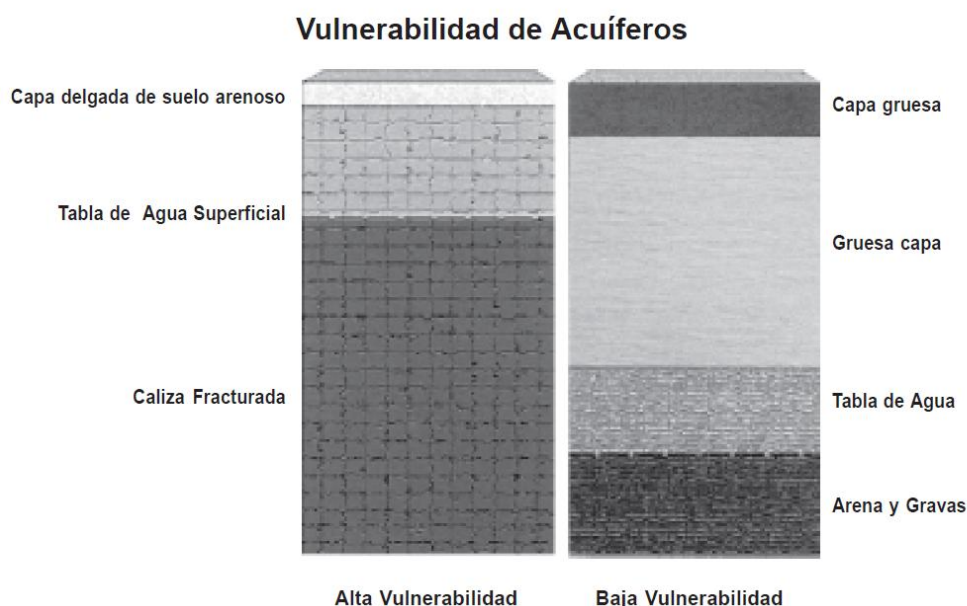
En cuanto a la evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación

por el método “GOD”, propuesto por Foster, 1987, en la Guía metodológica para la Formulación de proyectos de Protección Integrada de agua subterránea, (MAVDT, 2002), el cual considera 3 parámetros de evaluación:

- Groundwater: condición de confinamiento del acuífero.
- Overall: Caracterización global de la zona, en cuanto a la naturaleza litológica, grado de consolidación y fracturamiento de la roca.
- Depth: Profundidad de los acuíferos, nivel freático en acuíferos libres y para acuíferos confinados profundidad del estrato litológico confinante.

Esta metodología establece escalas numéricas para la valoración de los parámetros, según su capacidad de atenuación de contaminantes.

Figura 4 Representación esquemática de los factores que afectan la vulnerabilidad de los acuíferos



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2002

- **Atmosfera**

Para el análisis del componente atmosférico en cada una de las variables analizadas, la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, propone metodologías aplicables y compatibles con las condiciones naturales de las diferentes zonas del país, es así que para el levantamiento de información relacionada con el clima se recomienda la aplicación del Método aerodinámico, balance energético, Penman, Thornthwaite, Blaney y Criddle, Turc.

En cuanto a la calidad del aire se plantea la realización de monitoreos de acuerdo con lo establecido en el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire adoptado mediante la Resolución 650 de 29 marzo de 2010 de conformidad con lo previsto por los artículos 6 y 7 de la Resolución 601 de 2006.

Finalmente para las mediciones de ruido ambiental se solicita sean efectuadas de acuerdo con el procedimiento establecido en los capítulos II y III del anexo 3, de la Resolución 627 de 2006.

- Paisaje

En cuanto al análisis del componente paisajístico, desde el planteamiento de los términos de referencia se solicita contemplar los tres aspectos, el análisis de la visibilidad y calidad paisajística, la descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona y la identificación de sitios de interés paisajístico.

Adicional a esto la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, establece tener en cuenta diversos lugares de zonas con alta densidad de observadores actuales y/o potenciales, resultado de la integración de tres variables, como lo son la densidad poblacional, la facilidad de acceso, y el flujo de pasajeros, y turistas actuales y prospectivos; todo esto desde el punto de vista del medio socio económico.

En ninguno de los casos anteriores se proponen o mencionan metodologías existentes para el levantamiento de la información y más relevante a un es que se cuenta con la solitud de una línea base respecto a este componente muy distinta una de la otra. Teniendo en cuenta lo anterior y partiendo de la estrecha relación existente entre el paisaje, la geomorfología, el suelo y la vegetación, entre otros se propone que el análisis del este componente sea realizado desde el medio abiótico, y para el levantamiento de la información de la línea base se proponen los siguientes análisis y metodologías:

- Calidad visual, método del Bureau of Land Management (BLM, 1980): Se obtiene a través de la caracterización de los diferentes componentes del paisaje. Se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración, y la suma total de los puntajes parciales determina la clase de calidad visual, por comparación con una escala de referencia

A manera de ejemplo se presenta la Tabla 9 donde se realizó la caracterización de un proyecto hidroeléctrico mediante la aplicación de esta metodología.

Tabla 9 Criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje

Componente	Criterios de valoración y puntuación		
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente, (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante	Alguna variedad en la vegetación pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
	5	3	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
	5	3	0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
	5	3	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
	5	3	0
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico, o aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
	6	2	1
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica
	2	0	-

Fuente: EIA Central Hidroeléctrica Rapay, Salto 1 y Salto 2

Tabla 10 Clases utilizadas para evaluar la calidad visual

Clase A ₁	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes (puntaje del 19-33)
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (puntaje del 12-18)
Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, Línea y textura. (puntaje de 0-11)

Fuente: EIA Central Hidroeléctrica Rapay, Salto 1 y Salto 2

- Potencial estético metodología de Seoáñez, 1998: hace referencia a las principales características que determina un paisaje especialmente de orden biofísico y arquitectónico, que puedan tener un valor al ser

visualizados por un observador o grupo de observadores; para lo cual se asigna inicialmente un valor ponderal a cada elemento según la importancia de su actuación en un paisaje estándar, luego se otorga un valor real considerando su intervención en el paisaje; posteriormente se multiplican ambos valores y el producto obtenido se adiciona a otros similares, dentro de cada una de estas dos categorías de elementos: elementos de composición biofísica y elementos de composición arquitectónica. Finalmente se promedian las sumatorias de cada categoría y el resultado se compara con una escala de ponderación pre-definida.

- Fragilidad visual y capacidad de absorción, metodología Yeomans 1.986: Esta técnica asigna puntajes a un conjunto de factores del paisaje, los cuales se consideran determinantes de estas propiedades. Estos puntajes se ingresan en la siguiente fórmula, determinando la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV):

$$CAV = P \times (E + R + D + C + V)$$

Dónde:

P = pendiente

E = erosionabilidad

R = potencial

D = diversidad de la vegetación

C = contraste de color

V = actuación humana

Tabla 11 Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual CAV

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Número
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión y inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones.	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Fuente: EIA Central Hidroeléctrica Rapay, Salto 1 y Salto 2

Tabla 12 Escala de referencia para la estimación del CAV







ESCALA
Bajo = < 15
Moderado = 15 -30
Alto > 30

Fuente: EIA Central Hidroeléctrica Rapay, Salto 1 y Salto 2

- Accesibilidad visual, método de Steinitz (1979): Este método se define como la facilidad con la que se puede observar un punto desde diferentes líneas de visualización, en función de la distancia.

Partiendo de la caracterización de los parámetros mencionados se procede a realizar el análisis de contraste visual, dominancia visual y variedad visual.

Tabla 13 Caracterización de los componentes visuales básicos del paisaje

Componentes	Características de composición más destacadas
<p>FORMA</p> 	<p>Percepción tridimensional del escenario, formas complejas, se destaca el plano vertical como predominante en la forma del escenario.</p>
<p>EJES-LÍNEA</p> 	<p>En el escenario lo conforma los ejes verticales existe el predominio de la línea horizontal marcada por el recorrido del curso de agua.</p>
<p>TEXTURA</p> 	<p>Textura irregular en algunas zonas del área de estudio, su presencia determina la composición del escenario.</p>
<p>ESCALA-ESPACIO</p> 	<p>Percepción del espacio panorámico, libre e ilimitado, no permite un fácil manejo de la escala por parte del observador.</p>
<p>COLOR</p> 	<p>Presencia de colores cálidos, la vegetación le da variedad de contraste al escenario.</p>
<p>FONDO ESCÉNICO</p> 	<p>Determinado por el horizonte que absorbe la presencia de la superficie.</p>

Fuente: EIA Central Hidroeléctrica Rapay, Salto 1 y Salto 2

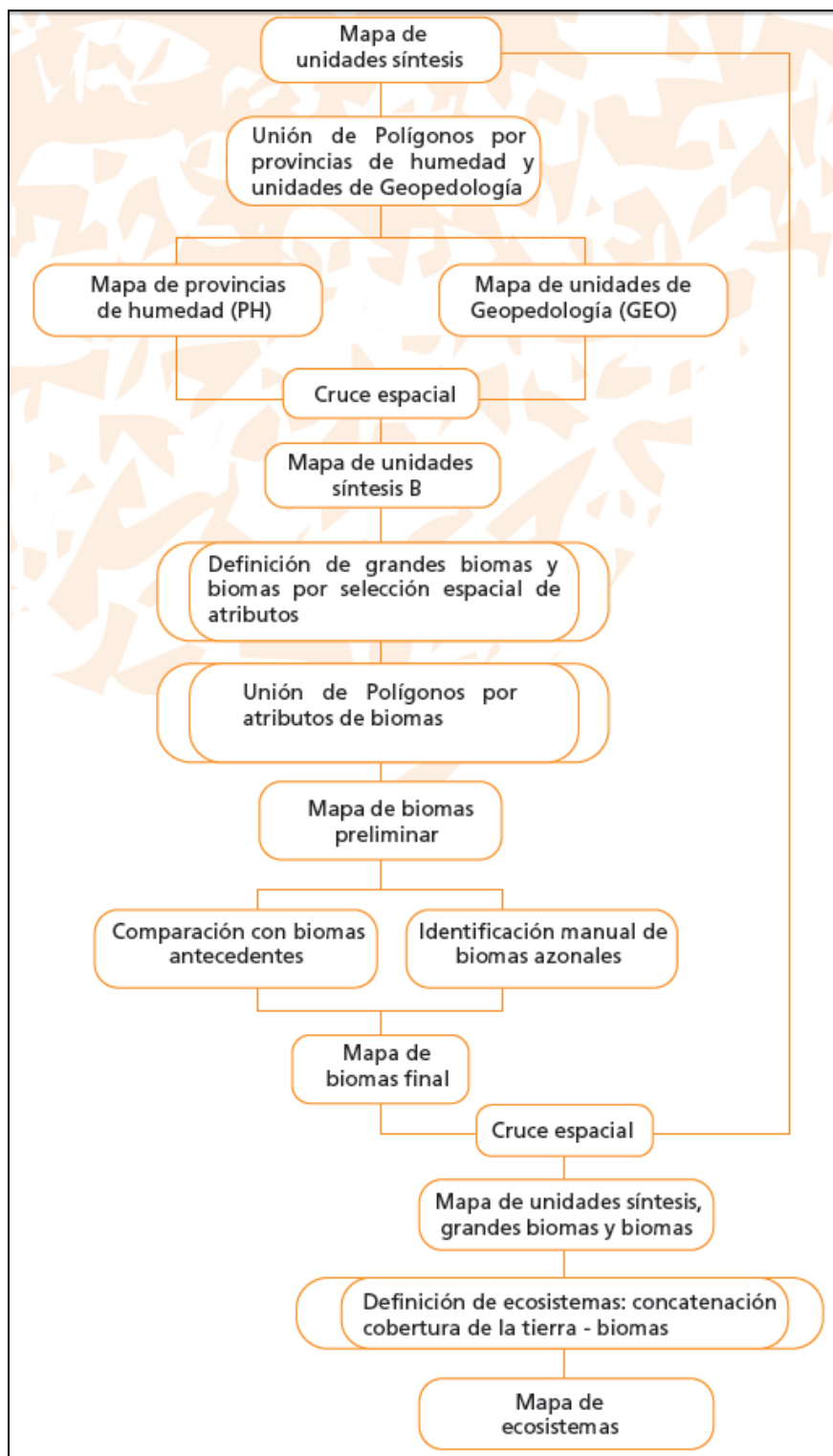
- Ecosistemas terrestres

Si bien los términos de referencia se enuncia este numeral, el alcance del mismo solo se explica con la creación de la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales en el 2010, para su desarrollo se recomienda hacer uso de la Metodología documento de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007), la cual requiere como insumos principales el mapa de coberturas de la tierra, el mapa de geopedología, y el mapa de zonificación climática, correlacionándolos como se observa en la Figura 5.

No obstante lo anterior y teniendo en cuenta que el desarrollo de esta numeral presenta una metodología clara y bien elaborada, se considera que una de sus mayores deficiencias en emplear como insumo un mapa de coberturas elaborado mediante la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia por el IGAC, IDEAM y CORMAGDALENA ya que esta metodología fue diseñada para la identificación de coberturas en áreas boreales las cuales difieren drásticamente de las coberturas naturales existentes en las áreas ecuatoriales, por lo que la caracterización de ecosistemas se encuentra sesgada tener que utilizar este insumo, como recomendación para la corrección de este error se recomienda emplear metodologías diseñadas especialmente para las áreas de centro y sur américa como la de Hernández y Sánchez (1992).

Adicional a esto y contrario a lo solicitado en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del ministerio se recomienda cartografiar no solo los ecosistemas con coberturas naturales y de vegetación secundaria, sino también los territorios agrícolas, los cuales comprenden como su nombre lo indica todas aquellas áreas con desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias que presentan una gran relevancia especialmente desde el punto de vista socioeconómico.

Figura 5 Metodología para la construcción del mapa de ecosistemas terrestres



Fuente: IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007

- Fragmentación

Para el análisis de la fragmentación de ecosistemas la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales requiere que se establezca el tamaño de los fragmentos de ecosistema natural y vegetación secundaria en el contexto paisajístico, así como referirse a la conectividad existente entre fragmentos, para lo cual se recomienda la aplicación de una ecuación que debería encontrarse en el documento pero esta no se encuentra incluida.

Para el levantamiento de esta información es posible recomendar el uso de dos herramientas v-late 2.0 beta o Fragstat. En cuanto al programa v-late 2.0 beta, se puede decir que fue creado el año 2003 por un equipo del Landscape and Resource Management Research Group, de la Universidad de Salzburg (Austria), dirigido por Dirk Tiede en el marco del proyecto de investigación europeo denominado SPIN (Spatial Indicators for Nature Conservation). Trabaja en formato vectorial y se presenta como una extensión de ArcGis (Vila et al. 2006).

El programa Fragstats se creó en 1995, su desarrollador fue el Dr. Kevin McGarigal y Barbara Marks en la Universidad estatal de Oregón. Trabaja básicamente en formato raster y se considera un programa más completo por lo que se refiere a la diversidad y capacidad para realizar cálculos métricos. Dadas las particularidades de los dos programas y a los resultados que se obtienen de ellos se recomienda emplear los dos para el desarrollo de este componente.

Para realizar el análisis de conectividad se debe tener desarrollar diferentes índices los cuales se relacionan a continuación:

- Índices de estado de área, tamaño y densidad

Los índices de estado de área indican características de dimensión y número de parches que conforman el área de estudio y permite disponer de una primera aproximación general a la estructura del paisaje. Los índices para representar el paisaje en cuanto a las métricas de área, tamaño y densidad se describen uno a uno en los párrafos siguientes.

Un valor elevado en el número de parches puede contribuir al aumento de la resiliencia de poblaciones, y puede incrementar la utilización de parches como conectores a lo largo del paisaje. El cálculo del número de parches de la clase se presenta en la Tabla 14.

Tabla 14 Métrica Número de parches de la clase

Número de Parches de la Clase	
Nomenclatura	NP
Unidad	Adimensional
Formulación	$NP = n_i$ <p>Dónde: n_i, el número de fragmentos de la clase (cobertura vegetal) i dentro del paisaje</p>
Rango	$NP_i \geq 1$
Descripción	El número de parches de una clase (Ecosistema) particular es una medida simple de la extensión de la subdivisión o fragmentación del paisaje. Aun cuando esta es una medida de gran importancia para diversos procesos de análisis ecológico, es limitado su análisis por sí solo, por no aportar información relativa a área, forma, extensión, densidad, etc.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

El área total de la clase describe cuanto del paisaje está comprendido por un tipo específico de ecosistema (parche). La información sobre su cálculo se presenta en la Tabla 15.

Tabla 15 Métrica Área total de clase

Área Total de Clase	
Nomenclatura	CA
Unidad	Hectáreas
Formulación	$CA_i = \sum_{j=1}^n a_{i,j} \left(\frac{1}{10.000} \right)$ <p>Dónde: CA_i, el área total de los parches correspondientes a la clase (cobertura vegetal) i $a_{i,j}$, el área (expresada en metros cuadrados) del fragmento i,j</p>
Rango	$CA_i > 0$
Descripción	El área total de clase es una medida de la composición del paisaje, específicamente permite evaluar que parte del paisaje está cubierta por la correspondiente clase.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

El tamaño promedio del parche según Guevara (2009) es empleado como un indicador de fragmentación, dado que un valor de MPS menor al encontrado en otro paisaje, puede considerarse como más fragmentado (ver Tabla 16).

Tabla 16 Métrica Tamaño Promedio del Parche

Tamaño Promedio del Parche	
Nomenclatura	MPS
Unidad	Hectáreas
Formulación	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{i,j}}{n_i} \left(\frac{1}{10.000} \right)$ <p>Dónde:</p> <p>$a_{i,j}$, el área (expresada en metros cuadrados) del parche i,j</p> <p>n_i, el número de parches de la clase (Ecosistema) i dentro del paisaje. Dividido en 10.000 para convertir en hectáreas.</p>
Rango	$MPS \geq 0$, sin límite
Descripción	Es el promedio del tamaño de los parches en la clase.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

La métrica de densidad de parches expresa el número de parches por unidad de área lo cual facilita las comparaciones entre paisajes de varios tamaños. Esta métrica sirve como índice de heterogeneidad, dado que una mayor densidad de parches indica una mayor heterogeneidad espacial (Guevara, 2009). Ver Tabla 17.

Tabla 17 Métrica Densidad de parches

Densidad de Parches	
Nomenclatura	PD
Unidad	Número de parches por cada cien hectáreas (100 ha)
Formulación	$PD_i = \frac{n_i}{A} (0.000 \times 100)$ <p>Dónde:</p> <p>PD_i, la densidad de fragmentos por cada cien hectáreas para la clase (cobertura vegetal) i.</p> <p>n_i, el número de fragmentos de la clase (cobertura vegetal) i dentro del paisaje</p> <p>A, el área total del paisaje</p>
Rango	$PD_i > 0$
Descripción	La densidad de parches es un limitado pero importante índice para la valoración ecológica del paisaje y presenta la misma utilidad que el número de total de parches (NP), a excepción de que presenta el número de parches por unidad de superficie, índice que permite comparaciones entre paisajes que varían en tamaño.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

Según Guevara (2009) el índice de parche mayor (LPI), calcula el porcentaje del total del área del paisaje, que comprende el parche más grande, lo que es útil para un análisis multitemporal de los parches, lo que permite ver la evolución del tamaño de los parches más grandes. La información sobre este índice se presenta en la Tabla 18.

Tabla 18 Métrica Índice de Parche Mayor de la Clase

Índice de Parche Mayor de la Clase	
Nomenclatura	LPI
Unidad	Porcentaje
Formulación	$LPI_i = \frac{\max_{j=1}^n a_{i,j}}{A} \cdot 100$ <p>Dónde:</p> <p>$a_{i,j}$, el área de cada fragmento i,j</p> <p>A, el área total del paisaje</p>
Rango	$0 < LPI_i \leq 100$
Descripción	Este índice cuantifica la proporción de la superficie total del paisaje que es cubierta por el fragmento mayor de la clase (Ecosistema) correspondiente; es una medida de dominancia
Comentario	El índice de parche más grande en el nivel de clase, cuantifica el porcentaje del área total del paisaje comprendida por el parche más grande. Como tal, es una medida simple de dominancia

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

La métrica que se presenta en la Tabla 19 (PLAND) porcentaje de clase en el paisaje, indica según Guevara (2009) el porcentaje de paisaje ocupado por determinada clase, es decir cuantifica la abundancia proporcional de cada tipo de parche.

Tabla 19 Métrica Porcentaje de Clase en el Paisaje

Porcentaje de Clase en el Paisaje	
Nomenclatura	PLAND
Unidad	Porcentaje (%)
Formulación	$PLAND = P_i = \frac{\sum_{i=1}^n a_{i,j}}{A} \cdot 100$ <p>Dónde:</p> <p>P_i, el área total de la clase (Ecosistema) i dentro del paisaje</p>

Porcentaje de Clase en el Paisaje	
	$a_{i,j}$, el área (expresada en metros cuadrados) del parche i,j A , el área total (expresada en metros cuadrados) del paisaje
Rango	$0 < PLAND_i \leq 100$
Descripción	El porcentaje del paisaje permite evaluar la abundancia proporcional o relativa de cada tipo de fragmento (clase o ecosistema) en relación con el paisaje.
Comentario	El porcentaje del paisaje cuantifica la abundancia proporcional de cada tipo de parche en el paisaje. Como el área total de clase, es una medida de composición del paisaje importante en muchas aplicaciones ecológicas. Sin embargo, PLAND es una medición relativa y puede ser más apropiado medir la composición del paisaje que el área de clase por comparación entre paisajes de diferente tamaño.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

- Índices de estado de Forma

Los índices de estado de forma están fundamentados en las características de forma de los parches; su cálculo se basa en la relación entre área y perímetro y facilita la comprensión de este factor, fundamental a nivel morfológico y funcional. La forma está condicionada tanto por la actividad humana como por las condiciones naturales e influye en la proporción entre especies propias del interior y las especies de borde y claros (Vila *et al.*, 2006). El predominio de las condiciones naturales favorece las formas curvilíneas e irregulares, y el predominio de la actividad humana simplifica la variabilidad (Vila *et al.*, 2006). Las métricas a utilizar para evaluar el estado de la forma de los parches se explican a continuación.

El índice de forma (Tabla 20) mide la complejidad de la forma de los parches en comparación con una forma estándar del mismo tamaño, y por lo tanto alivia el problema de la dependencia del tamaño de la razón perímetro-área. Este índice es ampliamente aplicable en investigaciones de ecología del paisaje (Forman y Gordon, 1986; en MacGarigal *et al.*, 1995). El índice de forma tiene valor 1 cuando el polígono es circular y aumenta su valor conforme al aumento de la complejidad del polígono (Vaca, 2006). De acuerdo a Guevara (2009), la forma del parche ejerce influencia en procesos inter-parches como la migración de pequeños mamíferos, las estrategias de búsqueda de comida entre otros, la forma está caracterizada por la longitud de sus bordes.

Tabla 20 Métrica del Índice de forma

Índice de Forma	
Nomenclatura	SHAPE
Unidad	A dimensional
Formulación	$Shape = \frac{0,25 p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}}$ <p>Dónde:</p> <p>p_{ij} = <i>perímetro (m) del parche ij</i></p> <p>a_{ij} = <i>área (m²) del parche ij</i></p>
Descripción	Forma es igual al perímetro del parche (m) dividido por la raíz cuadrada del área del parche (m ²), ajustado por una constante a ajustar por el cuadrado estándar.
Unidades	Ninguna
Rango	Forma ≥ 1 , sin límite.
	Forma = 1, cuando el parche es cuadrado e incrementa sin límite cuando la forma del parche se hace irregular.
Comentarios	El índice de forma corrige el problema del tamaño de la relación de índice de perímetro-área mediante el ajuste del cuadrado estándar y, como resultado, es la medida más simple y quizás la más directa de la complejidad de la forma.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

El índice medio de la forma, indica el promedio de la forma de los parches en cada clase o ecosistema, su cálculo se presenta en la Tabla 21.

Tabla 21 Métrica Índice Medio de Forma

Índice Medio de Forma	
Nomenclatura	MSI
Unidad	A dimensional
Formulación	$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{p_{i,j}}{2\sqrt{\pi \times a_{i,j}}} \right)}{n_i}$ <p>Dónde:</p> <p>$a_{i,j}$, el área (expresada en metros cuadrados) del Parche i,j</p> <p>$p_{i,j}$, el perímetro (expresado en metros cuadrados) del Parche i,j</p> <p>n_i, el número de parches de la clase (Ecosistema) i dentro del paisaje.</p>
Rango	$MSI \geq 1$, sin límite
Descripción	Es el promedio de la forma de los parches en la clase

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

La relación perímetro área cuantifica el grado de complejidad de las formas de los parches, su cálculo se presenta en la Tabla 22.

Tabla 22 Métrica de la Relación Perímetro - Área

Relación Perímetro - Área	
Nomenclatura	PARA - MPAR
Unidad	Adimensional
Formulación	$PARA = \frac{P_{i,j}}{a_{i,j}}$ <p>Dónde:</p> <p>$a_{i,j}$, el área (expresada en metros cuadrados) del Parche i,j</p> <p>$P_{i,j}$, el perímetro (expresado en metros cuadrados) del Parche i,j</p>
Rango	$PARA \geq 0$, sin límite
Descripción	Es la relación entre la longitud del parche (m) y su área (m ²)
Comentario	Es una simple medida de la complejidad de la forma, pero sin la normalización de una forma simple euclidiana (p.e. cuadrado). Esta métrica tiene problemas ya que varía según el tamaño del parche.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

La métrica de la dimensión fractal es utilizada frecuentemente para caracterizar la forma del parche. Se aplica a objetos espaciales en una amplia variedad de escales. El resultado indica que los valores altos cuentan con altas proporciones perímetro – área y tienen a ocurrir en paisajes más fragmentados (Rabe *et al.*, 1998; en Guevara, 2009). La información sobre esta métrica se presenta en la Tabla 23.

Tabla 23 Métrica Dimensión Fractal

Dimensión Fractal	
Nomenclatura	M FRACT
Unidad	Adimensional
Formulación	$MFRAC = \frac{\text{Log}_{(P)}}{\text{Log}_{(A)}}$ <p>Dónde:</p> <p>Log (P) es el perímetro del parche</p> <p>Log (A) es el área del parche</p>
Rango	$0 < MFRAC \leq 2$
Descripción	Es el grado de complejidad a partir de la relación entre área y perímetro.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

- Índices de estado de Borde

A nivel de parches, el borde es función del perímetro del parche (Tabla 24). En los niveles de clase y paisaje el borde total es una medición absoluta de la longitud total de un tipo de parche particular (nivel de clase, ver Tabla 25) o de todos los tipos de parches (nivel de paisaje). En aplicaciones que implican comparar paisajes de diferentes tamaños, este índice puede no ser útil (McGarigal *et al.*, 1995).

La densidad del borde estandariza el borde por unidad de área que facilita las comparaciones entre paisajes de tamaño variable (densidad del borde, ver Tabla 26). Sin embargo, cuando se comparan paisajes de igual tamaño, el borde total y la densidad de borde son completamente redundantes.

Tabla 24 Métrica de perímetro del parche

Perímetro del parche	
Nomenclatura	PERIM
Unidad	Metros
Formulación	$PERIM = p_{ij}$ <p>Dónde:</p> <p>p_{ij} = perímetro (m) del parche ij</p>
Rango	$PERIM > 0$, sin límite
Descripción	PERIM es igual al perímetro del parche (m), incluyendo algunos claros internos en el parche, independientemente si el parche presenta un “verdadero” borde o no (e.j. cuando un parche es artificialmente dividido en dos por el límite del paisaje cuando el borde del paisaje está presente).
Descripción	El perímetro el parche es otra pieza fundamental de información evaluable sobre un paisaje y es la base para muchas métricas de clase y paisaje. Específicamente, el perímetro de un parche es tratado como borde, y la intensidad y distribución de los bordes constituyen un aspecto importante del patrón del paisaje. Adicionalmente, la relación entre el perímetro del parche y el área del parche es la base para la mayoría de los índices de forma.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

Según Guevara (2009), el borde total por clase es importante para el estudio de muchos fenómenos ecológicos, como por ejemplo el efecto borde en bosques, que provoca cambios en la composición y estructura de la vegetación, debido a cambios en el microclima.

Tabla 25 Métrica Borde total

Borde total	
Nomenclatura	TE
Unidad	Metros
Formulación	$TE = E \sum_{k=1}^m e_{ik}$ <p>Dónde:</p> <p>e_{ik} : Longitud total (m) del borde de la clase i en el paisaje</p>
Rango	$TE \geq 0$, sin límite
Descripción	Es la sumatoria de las longitudes (m) de todos los segmentos de borde de la clase correspondiente.
Comentario	Es una medida absoluta de la longitud del borde total de un tipo determinado de parche. Si se requieren comparaciones de paisajes con diferentes tamaños este índice no es útil.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

La densidad del borde se refiere principalmente a la cantidad de borde por unidad de área (Guevara, 2009).

Tabla 26 Métrica de Densidad del Borde

Densidad del Borde	
Nomenclatura	ED
Unidad	Metros por Hectárea
Formulación	$ED = \frac{\sum_{k=1}^m e_{ik}}{A} \times 10000$ <p>Dónde:</p> <p>e_{ik} : Longitud total (m) del borde de la clase i en el paisaje</p>
Rango	$TE \geq 0$, sin límite
Descripción	ED es igual a la sumatoria de las longitudes (m) de todos los segmentos de borde de la clase correspondiente, dividida entre el área total del paisaje (m^2), y multiplicada por 10,000 (para convertir a hectáreas)..
Comentario	Tiene las mismas limitaciones que el borde total pero sirve para comparar paisajes de diferentes tamaños.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

- Índices de estado de Área Core

El área núcleo, interior o área core, es la superficie interior del fragmento que no está afectada por los bordes, es decir, que no está o está muy poco afectada por las perturbaciones exteriores. En términos generales el número y tamaño de las áreas núcleo disminuye en la medida que la intervención aumenta.

La distancia del efecto de borde se define por el usuario de manera que sea relevante para el fenómeno en consideración, y se puede tratar como un dato fijo o ajustarse para cada tipo de borde (McGarigal et al., 1995). Para el análisis del proyecto en cuestión se ha definido el área interior de la siguiente manera:

Área Interior: es calculada a partir de la resta del área de borde del área total del parche. El área de borde se determina estableciendo una distancia, definida por el usuario, desde el límite del parche hacia el interior (McGarigal et al., 2002).

El número de áreas núcleo se puede calcular por cada parche (NCORE) o por clase (NCA) en el paisaje (Tabla 27). Si el número total de áreas núcleo es menor al número de parches, indica que hay parches que no cuentan con áreas núcleo. Si por el contrario, hay un número mayor de áreas núcleo que de fragmentos, indica que hay parches con más de un área núcleo y que están conectados por medio de corredores estrechos (Guevara, 2009).

Tabla 27 Métrica Número de áreas núcleo

Número de Áreas Núcleo	
Nomenclatura	NCORE - NCA
Unidad	Adimensional
Formulación	$NCORE = n_{i,j}^c$ siendo $n_{i,j}^c$, el número áreas núcleo contenidas en el fragmento i,j basadas en una profundidad de frontera (efecto borde) de 100 m
Rango	$NCORE \geq 0$, sin límite
Descripción	NCORE evalúa el número de áreas núcleo disjuntas presentes dentro del fragmento, lo cual depende de la forma y tamaño del fragmento

Fuente: McGarigal et al., 1995.

El área núcleo indica el tamaño del área núcleo en cada parche, la sumatoria por clase indica el tamaño de las áreas núcleo por clase (ver Tabla 28).

Tabla 28 Métrica de Área núcleo o área interior (Core)

Área de Núcleo o Área Interior (Core)	
Nomenclatura	CORE
Unidad	Hectáreas
Formulación	$CORE = a_{i,j}^c \left(\frac{1}{10.000} \right)$ <p>Dónde:</p> <p>$a_{i,j}^c$, el Área de Núcleo o Área Interior del parche basada en una profundidad de frontera (efecto borde) de 100 m, expresada metros cuadrados</p>
Rango	$CORE \geq 0$, sin límite
Descripción	El Área de Núcleo o Área Interior o área core representa el área del núcleo del parche a partir de una distancia de 100 m desde el borde hacia el interior del parche.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

La sumatoria de las áreas núcleo por clase se denomina total de área núcleo, indica el área en hectáreas que es área interior, la información sobre esta métrica se presenta en la Tabla 29.

Tabla 29 Métrica de Total de Área núcleo o área interior

Total área núcleo	
Nomenclatura	TCA
Unidad	Hectáreas
Formulación	$TCA = \sum_{j=1}^n a_{ij}^c \left(\frac{1}{10.000} \right)$ <p>Dónde:</p> <p>$a_{i,j}^c$, área núcleo contenida en el fragmento i,j basado en una profundidad de frontera (efecto borde) de 100 m</p>
Rango	<p>TCA > 0, sin límite.</p> <p>TCA = 0, cuando cada locación dentro de cada parche del correspondiente tipo de parche está dentro de la distancia de 100 m (borde). TCA se aproxima al área total de la clase cuando la profundidad del borde disminuye y las formas de conexión se simplifican.</p>
Descripción	TCA es igual a la suma de las áreas core de cada parche (m2) del correspondiente tipo de parche, dividido por 10.000 (para convertir a hectáreas).
Comentario	El total de área core está definida como área core (CORE) en el nivel de parche, pero aquí área core es agregado sobre todos los parches que corresponden a un tipo de parche.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

La métrica del índice de área núcleo cuantifica el porcentaje de la clase que presenta área núcleo, según Guevara (2009), este puede ser un indicador de la fragmentación del ecosistema.

Tabla 30 Métrica del Índice de Área núcleo o área interior
Índice de Área Core

Nomenclatura	CAI
Unidad	Porcentaje
Formulación	$CAI = \left(\frac{a_{i,j}^c}{a_{ij}} \right) \times 100$ <p>Dónde: $a_{i,j}^c$, área núcleo contenida en el fragmento i,j basado en una profundidad de frontera (efecto borde) de 100 m $a_{i,j}$, Área (m²) del parche i,j</p>
Rango	$0 \leq CAI \leq 100$
Descripción	CAI es el porcentaje de un parche que es área núcleo, se aproxima a cero cuando todo la mayor parte del área del parche es área de borde y se aproxima a 100 cuando su tamaño y forma y ancho del borde contiene el área en su mayoría como núcleo.
Comentario	Es un índice que cuantifica la relación del área núcleo como porcentaje del parche.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

- Índices de estado de diversidad

Estas mediciones de diversidad están influenciadas por dos componentes de riqueza e igualdad. La riqueza se refiere al número de tipos de parches presentes y la igualdad se refiere a la distribución del área entre diferentes tipos. La riqueza y la igualdad generalmente se refieren a la composición y estructura de la diversidad, respectivamente. Algunos índices como el de Shannon, es más sensibles a la riqueza que a la igualdad. Así, los tipos de raros de parches tienen una influencia desproporcionadamente grande en la magnitud del índice. Otro índice como el de Simpson, es relativamente menos sensible a la riqueza y por lo tanto, da más peso a los tipos de parches comunes (McGarigal *et al.*, 1995), en la Tabla 31 se presentan sus rasgos más característicos.

Tabla 31 Índice de Riqueza de Parches

Riqueza	
Nomenclatura	PR
Unidad	Porcentaje
Formulación	$PR = m$ <p>Dónde:</p> <p>m, número de tipos de parches (clases) presentes en el paisaje, excluyendo la paisaje de borde si se presenta</p>
Rango	PR > 1, sin límite
Descripción	PR es igual al número de diferentes tipos de parches presentes dentro del límite del paisaje.
Comentario	La riqueza de parche es quizás la medición más simple de la composición del paisaje, pero ésta no refleja la abundancia relativa de los tipos de parches. Esta métrica es redundante con la densidad de riqueza de parche y la riqueza relativa de los parches.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

Debido a que la diversidad indica el peso de cada ecosistema en el total así como su abundancia relativa, también hace referencia a como de iguales son las porciones de distribución de los distintos tipos de ecosistemas. Cuando su valor es igual a cero es porque solo existe un parche y aumenta con el número de tipos diferentes de ecosistemas y cuando su proporción es más equitativa (Vaca, 2001). En la Tabla 32 se presenta el índice de diversidad de Shannon.

Tabla 32 Índice de diversidad de Shannon

Índice de diversidad de Shannon	
Nomenclatura	SHDI
Unidad	Adimensional
Formulación	$SHDI = - \sum_{i=1}^m (P_i * \ln P_i)$ <p>Dónde:</p> <p>P_i, Proporción del paisaje ocupado por el tipo de parche i.</p>
Rango	SHDI > 0, sin límite
Descripción	SHDI es igual al mínimo de la sumatoria, a través de todos los tipos de parche, de la abundancia proporcional de cada tipo de parche multiplicado por esa proporción. P_i es basada sobre el total del área del paisaje excluyendo el área interna.
Comentario	Es un índice que cuantifica la relación del área núcleo como porcentaje del parche.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

El índice de diversidad de Simpson tiene el mismo significado que el índice de Shannon, con la diferencia que es menos sensible a la presencia de tipos raros y su interpretación es más intuitiva que el de Shannon. La información completa del

índice se presenta en la Tabla 33.

Tabla 33 Índice de diversidad de Simpson

Índice de diversidad de Simpson	
Nomenclatura	SIDI
Unidad	A dimensional
Formulación	$SIDI = 1 - \sum_{i=1}^m P_i^2$ <p>Dónde: P_i = Proporción del paisaje ocupado por el tipo de parche i</p>
Rango	$0 < SIDI < 1$ SIDI = 0 cuando el paisaje contiene solo un parche. SIDI se aproxima a 1 cuando el número de diferentes tipos de parches incrementa y la distribución proporcional del área entre tipos de parches se vuelve más equitativa.
Descripción	SIDI es igual a uno menos la suma de todos los tipos de parches, de la abundancia proporcional de cada tipo de parche al cuadrado. P_i es basada sobre el total del área del paisaje excluyendo el área interna.
Comentario	Específicamente, el valor del índice de Simpson representa la probabilidad que dos pixeles seleccionados al azar podrían ser tipos diferentes de parches.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

- Índice de estado de proximidad

El índice de proximidad es un índice que mide los valores de una misma clase y muestra el grado de fragmentación y conectividad, los valores obtenidos fluctúan de 0 a infinito. Cuando el valor de una clase es reducido, indica que se encuentra más fragmentado y aislado; los valores altos indican que se encuentra menos fragmentado.

Es la relación entre la suma de las áreas de todos los parches de la misma clase, respecto a la distancia mínima de borde a borde de los parches en un radio de búsqueda específico. El valor es 0 cuando un parche no tiene vecinos del mismo tipo en un radio de 500 metros, este valor del radio se tomó del análisis cuantitativo de los patrones espaciales de la cobertura vegetal en el geosistema montañoso tropical de Ávila (Monedero y Gutiérrez, 2001). El valor del índice puede aumentar porque tiene más vecinos del mismo tipo en ese radio, o porque dicho radio se aumenta (Ver Tabla 34).

Tabla 34 Métrica Índice de Proximidad

Índice de Proximidad	
Nomenclatura	MPI
Unidad	A dimensional
Formulación	$MPI = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{a_j}{h_{j,j}^2} \right)}{N}$ <p>Dónde:</p> <p>a_j: el área de cada Parche por clase (cobertura vegetal),</p> <p>h_j: la distancia al parche más cercano de la misma clase</p> <p>N: número de parches de la misma clase</p> <p>En un radio de búsqueda de 500 m</p>
Rango	<p>$SHAPE \geq 0$, sin límite;</p> <p>Cuando el valor es igual a cero indica que no tiene parches vecinos del mismo tipo dentro del radio de búsqueda especificado.</p>
Descripción	El índice de proximidad es una medida que mide el aislamiento que presentan los parches de una misma clase en un determinado radio de búsqueda.

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

- Índice de estado de conectividad

Se presentan dos enfoques básicos de la conectividad: el estructural y el funcional. El enfoque estructural hace referencia a la continuidad espacial que los distintos usos del suelo presentan en un mismo paisaje (McGarigal y Marks, 1995; Bierwagen, 2007, citados por Aguilera y Talavera, 2009). Por otro lado, el enfoque funcional, entiende la conectividad como el grado en el que el paisaje facilita la interacción de los flujos ecológicos.

El índice de conectividad se utiliza para interpretar el patrón paisajístico como una red en la que distintas manchas están interconectadas por corredores. El índice de conectividad propuesto por Forman y Gordon (1986), expresa la relación entre el número de conexiones existentes en un paisaje y el número máximo de conexiones posibles en el mismo.

$$Y = \frac{L}{L_{\max}} = \frac{L}{3(V-2)}$$

Dónde:

L es el número de conexiones observadas en el paisaje.

V es el número de nodos existentes en el mismo

Lmax = 3(V-2) es el número máximo de conexiones posibles.

El programa utilizado para el desarrollo de esta metodología es el Fragstat, allí se encuentra el índice de conectividad el cual se explica en la Tabla 35.

Tabla 35 Índice de Conectividad para Fragstat

Índice Conectividad	
Nomenclatura	CONNECT
Unidad	Porcentaje
Formulación	$Connect = \frac{\sum_{j=k}^n c_{ijk}}{\left(\frac{n_i(n_i - 1)}{2} \right)} \times 100$ <p>Dónde:</p> <p>c_{ijk} : La unión entre el parche j y k (0 = sin unir, 1=se unió a) del tipo de parche correspondiente (i), basándose en una distancia umbral de 500 m.</p> <p>n_i : Número de parches en el paisaje de la clase.</p>
Rango	<p>$0 \leq CONNECT \leq 100$;</p> <p>Cuando el valor es igual a cero indica que solo hay un parche de la clase o que ninguno está conectado (es decir, dentro de los 500 m). cuando el valor es 100 indica que cada parche de la clase se ha conectado.</p>
Descripción	CONNECT es igual al número de uniones funcionales entre todos los parches de la clase correspondiente (suma de cij donde cij = 0 si el parche j y k no están dentro de la distancia especificada entre sí y cij = 1 si el parche j y k están dentro de la distancia especificada), dividido por el número total de uniones posibles entre todos parches de la clase, multiplicado por 100 para convertirlo a porcentaje.
Comentario	<p>La conectividad se define por el número de uniones funcionales entre los parches de la clase correspondiente, en el que se está conectado o no cada par de parches, se basa en un criterio especificado por el usuario (500m).</p> <p>Este índice se presenta como la conexión máxima posible teniendo en cuenta el número de parches.</p> <p>Nota: se puede basar en la distancia euclidiana o la distancia funcional.</p>

Fuente: McGarigal *et al.*, 1995.

- Flora

Si bien la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del MADS, establece claramente las fases a desarrollarse como mínimo para la recopilación de la información de la línea base, que coinciden y son acordes a las fases que se desarrollan actualmente por parte de los interesados en la obtención de las licencias ambientales, se presenta una discrepancia al plantear la libre elección de metodologías para el desarrollo de estas actividades y solicitar que los mapas utilicen la nomenclatura Corine Land Cover adaptada para Colombia por el IGAC-IDEAM-CORMAGDALENA (2010)

En cuanto a las fases establecidas, se debe resaltar que establecen claramente las actividades a desarrollar, de la siguiente manera:

- Fase previa: se basa en una revisión de fuentes secundarias. En ésta se debe efectuar delimitación de la zona de estudio, caracterización del medio abiótico y biótico (cartografía), determinar el estado real de la cobertura vegetal (aerofotografías, imágenes de satélite, utilización de bibliografía, trabajos monográficos, artículos, revistas, mapas) y definir y establecer los límites de las unidades de vegetación.
- Fase de muestreo: Levantamiento y verificación de la información secundaria con datos de campo, toma de muestras con base en métodos como el fitosociológico o el cuantitativo. Tamaño de las parcelas y sub-parcelas, acorde al tamaño de los individuos y al diámetro a la altura del pecho (DAP). El tamaño de las parcelas también depende de las unidades de vegetación que se identifiquen. Realizar la distribución de las parcelas al azar o por algún método sistemático.
- Fase de levantamiento de vegetación: levantamiento de la información directamente en campo, implementando métodos que permitan una representatividad estadísticamente válida, reconocimiento científico, adecuado análisis de la estructura vertical y la composición de especies de las comunidades vegetales

Como se puede evidenciar en lo anteriormente plasmado, si bien se exige la aplicación de métodos estadísticos válidos, no existe una exigencia a cerca del error de muestreo y el nivel de probabilidad del inventario florístico.

Por otra parte y de acuerdo a la opinión de los profesionales en el área no se considera como la metodología más apropiada la determinación del número de parcelas de manera estadística ya que es una metodología basada en el área de las coberturas y no el estado de las mismas, por lo que se requiere el

planteamiento de otras metodologías o un ajuste a los cálculos para determinar el número de repeticiones teniendo en cuenta la diversidad y estado de conservación y/o intervención de la coberturas a afectar. Como documento guía para la realización de los cálculos estadísticos se propone la *Metodología para el estudio de la vegetación* de Silvia Matteuchi y Aida Colma (1982), sin dejar de recalcar que se hace necesario establecer un ajuste al número de unidades a muestrear de acuerdo a las condiciones de conservación del ecosistema.

Otra de las principales observaciones se realiza respecto a la metodología para la definición de los tipos de unidades de cobertura de la tierra, siendo recomendada por Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del MADS, la aplicación de la nomenclatura Corine Land Cover adaptada para Colombia por el IGAC-IDEAM-CORMAGDALENA (2010), considerada poco apropiada ya que fue formulada para ecosistemas que difieren notoriamente en las características estructurales y funcionales de los existentes en Colombia. De acuerdo a lo anterior se evidencia claramente la necesidad de la formulación de una nomenclatura propia que se ajuste a las características florísticas del país y que pueda ser implementada en la realización de estudios ambientales, proceso que de acuerdo a las competencias legales establecidas en la normativa colombiana debe ser liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y con la colaboración de institutos como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andrés (Invemar), el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi (I. Sinchi), y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann (IIAP).

En cuanto al levantamiento de información del área de influencia directa, se propone establecer la realización de un inventario forestal a 100%, determinando las especies, número de individuos y volumen total a aprovechar y así tener la precisión de la intervención que realizarían los proyectos.

- Fauna

La Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del MADS, presenta con gran claridad diferentes metodologías para realizar los muestreos de fauna, siendo específica para cada uno de los grupos a muestrear, así mismo establece las fuentes de información que deben ser consultadas en la fase de precampo como los son las guías generales de fauna del Instituto Von Humboldt, guías de especies marinas del Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Andreis, las publicaciones de las autoridades ambientales regionales como Corporinoquia Corantioquia, Corpoguavio, CAR, estudios de impacto ambiental de la zona y colecciones de referencia de museos especializados. Adicional a esto se especifican las actividades a desarrollarse en campo para la

verificación de la información obtenida en la fase previa, los métodos a emplearse, el número de materiales a usarse y el tiempo mínimo de levantamiento de la información y los horarios de desempeño de dichas actividades.

Aun así y a pesar de la especificidad de la metodología, los especialistas en el área resaltan que estos tiempos generalmente no se cumplen dada la premura con la que se realizan los estudios ambientales hoy en día y la falta de control por parte de las entidades ambientales sobre este aspecto.

- Ecosistemas Acuáticos

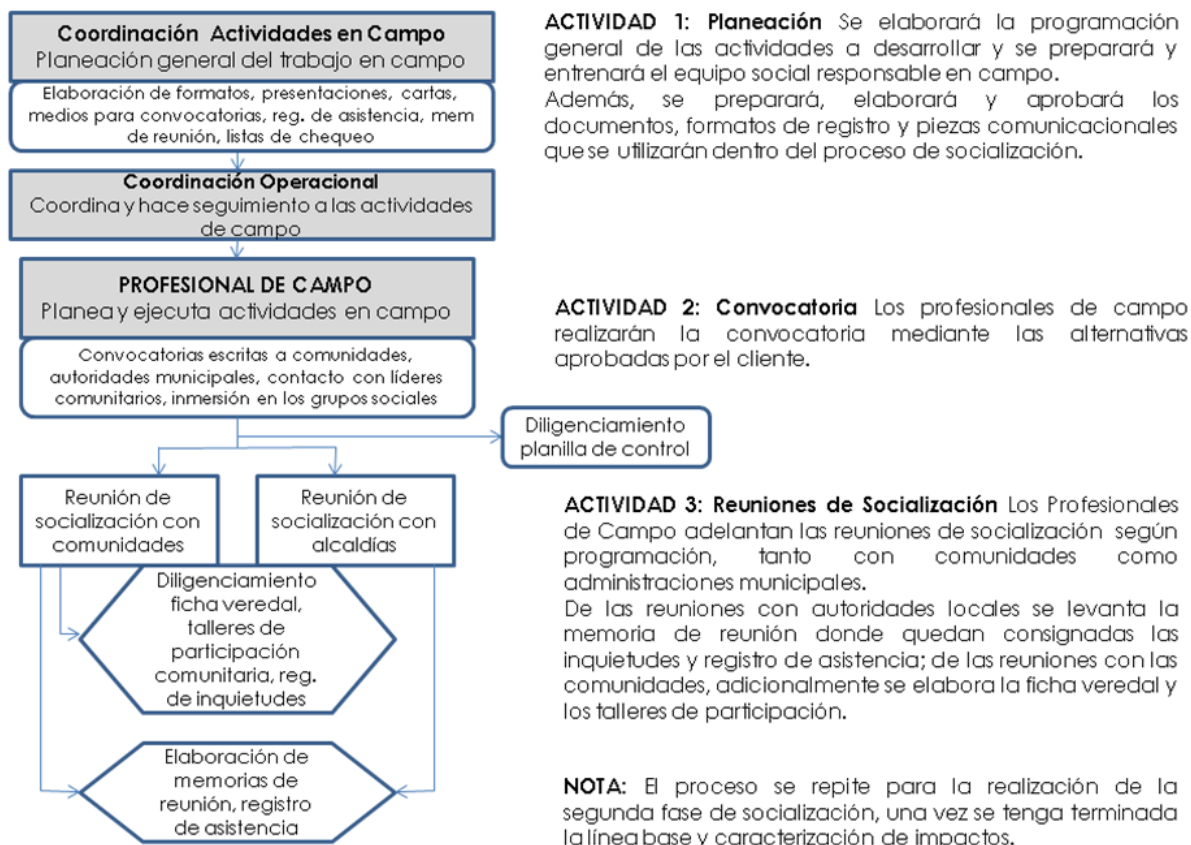
Como bien reconoce el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible el párrafo introductorio sobre los ecosistemas acuáticos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, aun no se adoptan metodologías para la evaluación y realización de muestreos microbiológicos continentales; sin embargo establece el uso de las establecidas por el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater para el muestreo de comunidades marinas se deberán seguir los protocolos definidos por el Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Andreis.

De igual manera la metodología en mención hace referencia a la idoneidad y perfil de los profesionales que desarrollaran las actividades de caracterización de estos cuerpos hídricos, sin embargo hace falta la verificación de cumplimiento de estas especificaciones, ya que muchos de los laboratorios que realizan estos muestreos no cumplen con estos requisitos; es por esto que como mecanismo de control se propone establecer como requisito que los laboratorios que deseen llevar a cabo este tipo de muestreos cuenten con una certificación específica para esta actividad por parte de una entidad de carácter oficial, como el Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Andreis.

- Medio socioeconómico

Dentro del componente socioeconómico los términos de referencia para la construcción de carreteras, establecen el desarrollo de lineamientos de participación los cuales deben cumplir con el propósito de realizar el acercamiento e información sobre el proyecto y sus implicaciones a las autoridades y comunidades presentes en las áreas de influencia, si bien no se establece algún tipo de metodología, generalmente se llevan a cabo las siguientes actividades para el desarrollo de este componente:

Figura 6 Metodología para la realización de socializaciones y recolección de información



Fuente: Consultoría Colombiana. 2013

En cuanto a la recolección de información de fuentes oficiales para la caracterización de la dimensión demográfica, dimensión espacial, dimensión económica, dimensión cultural, dimensión político administrativa, tendencias del desarrollo e información a reasentar en la Tabla 36 se relacionan las principales fuentes de información empleadas para el levantamiento de la información requerida.

Tabla 36 Fuentes de información del medio socioeconómico

Componente	Fuente principal	Otras fuentes
Dimensión demográfica	Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE-, Planes de Desarrollo Municipal, Planes de Desarrollo Departamentales, información primaria	Estudios existentes sobre el área del proyecto
Dimensión espacial		
Dimensión económica		

Componente	Fuente principal	Otras fuentes
Dimensión Cultural	Información primaria, Instituto Colombiano de Antropología e Historia -ICANH-, INCODER, Ministerio de Cultura y Ministerio del Interior y Justicia	Estudios existentes sobre el área del proyecto, centros de información e investigación (universidades, entre otros), ONG y asociaciones Indígenas y Afrocolombianas
Dimensión político administrativa	Planes de Desarrollo Municipales, DANE, IGAC e información primaria	Estudios existentes sobre el área del proyecto, centros de información e investigación (universidades, entre otros)
Tendencias de desarrollo		
Información de población a reasentar	Información primaria	

Fuente: Consultoría Colombiana. 2013

Adicional a la captura de información de las anteriores fuentes, se debe realizar el diligenciamiento de la ficha veredal y de la ficha municipal, a través de las cuales se busca lograr la obtención de información completa y/o complementaria de las características de las veredas y de los municipios, que permitan generar una identificación en términos de las dimensiones demográfica, económica, social, cultural y organizativa.

En cuanto a las comunidades étnicas se debe constatar la presencia de estas comunidades y para ello, se deben solicitar las respectivas certificaciones al Ministerio del Interior y de Justicia y al INCODER y adelantar el proceso de consulta previa con dichas comunidades de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1320 de 1998 o aquel que lo modifique o sustituya.

- Zonificación Ambiental

La zonificación ambiental constituye el producto de la caracterización ambiental, en ella se realiza la integración del diagnóstico de cada componente caracterizado en busca de una síntesis integral de la línea base, con el propósito de determinar el grado de sensibilidad ambiental de cada uno de los sectores o unidades de un área determinada frente a los impactos que se pueden llegar a generar con el desarrollo de una obra o actividad.

El análisis de sensibilidad ambiental consiste en la evaluación de la susceptibilidad de un medio receptor a ser afectado en su funcionamiento y/o condiciones intrínsecas, es decir la susceptibilidad al deterioro o degradación por la acción de factores externos. Es así que la zonificación ambiental busca no solo definir, la capacidad inherente de las unidades homogéneas para resistir afectaciones o transformaciones sin sufrir alteraciones drásticas; sino también, identificar la capacidad para generar bienes o servicios ambientales de cada una de ellas.

Para llevar esto a cabo generalmente se parte de identificar los elementos de análisis para la zonificación ambiental como el ejemplo que se presenta en la Tabla 37, luego para cada uno de los elementos se determina la sensibilidad e importancia de acuerdo a unos criterios de definición como se ejemplifica en la Tabla 38.

Tabla 37 Elementos de análisis para la zonificación ambiental

Medio	Variable
Físico	Zonificación Geotécnica
	Capacidad de Uso del Suelo
	Densidad de Drenajes
	Procesos Morfodinámicos
Biótico	Ecosistemas Terrestres
	Ecosistemas Sensibles
	Uso Reglamentado
Socioeconómico	Conflicto Sociopolítico
	Infraestructura
	Actividades económicas

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2013

Tabla 38 Criterios para la definición de los niveles de sensibilidad e importancia



Clasificación	Sensibilidad	Importancia
Muy baja	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una alta resistencia a sufrir cambios recuperándose en el corto plazo de forma natural.	Corresponde a aquellos elementos del medio que poseen una muy baja capacidad de generación de bienes y/o prestación de servicios ambientales y/o sociales en el área de influencia, por lo que no presentan variaciones en su potencial de prestación de servicios al ser intervenidos.
Baja	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una alta capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una buena resistencia a sufrir cambios. Su recuperación se da por mecanismos naturales en el largo plazo y se requiere implementar acciones de prevención.	Corresponde a aquellos elementos del medio que poseen una baja capacidad de generación de bienes y/o prestación de servicios ambientales y/o sociales en el área de influencia, y que al ser intervenidos posiblemente no sufran una alteración en su capacidad de oferta en el corto plazo. Su recuperación se da por mecanismos naturales en el mediano plazo y se requiere implementar acciones de prevención.
Moderada	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una capacidad media de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una resistencia moderada a sufrir cambios. Su recuperación se da en el corto plazo implementando acciones de mitigación y/o en el largo plazo implementando medidas de prevención.	Corresponde a aquellos elementos del medio que poseen una capacidad moderada para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de influencia, y que al ser intervenidas reflejarán una disminución de tal capacidad. Su recuperación se da por mecanismos naturales en el largo plazo o se requiere implementar acciones de prevención y/o mitigación en el corto plazo.
Alta	Corresponden a aquellos elementos de los componentes del sistema que poseen una baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende	Corresponde a aquellos elementos del medio que poseen una alta capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de

Clasificación	Sensibilidad	Importancia
	tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de mitigación, o acciones de recuperación y/o rehabilitación en el corto plazo.	influencia, y que al ser intervenidas reflejarán una alteración de tal capacidad de oferta en el corto plazo, la cual puede ser restaurada con acciones de largo plazo.
Muy Alta	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una muy baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de restauración o rehabilitación, o que no es posible su recuperación.	Corresponde a aquellos elementos del medio que poseen una muy alta capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de influencia, y que al ser intervenidas perderán su capacidad de oferta en el corto plazo, la cual puede difícilmente ser restaurada, por lo que requieren acciones de restauración en el largo plazo, acompañadas de acciones inmediatas de compensación a través de elementos sustitutivos de la oferta.

Fuente: Consultoría Colombiana, 2013

Posteriormente se las interacciones tipo empleando una matriz de decisión en la que interactúan los cinco (5) niveles de sensibilidad e importancia (ver Tabla 39), esta interacción aplicada a cada uno de los elementos genera una clasificación de estas áreas. Las áreas homogéneas generadas al interior de cada criterio son agrupadas sistémicamente, empleando herramientas de sistemas de información geográfica, obteniendo así, elementos con similares niveles de sensibilidad/importancia al interior de los medios físico, biótico y socioeconómico; esta actividad da como resultado zonificaciones intermedias, los cruces de las zonificaciones intermedias da como resultado la zonificación ambiental síntesis

Tabla 39 Matriz de interacciones tipo: sensibilidad /importancia

		SENSIBILIDAD 					
		Muy Alta	Alta	Media-Moderada	Baja	Muy Baja	
	IMPORTANCIA		5	4	3	2	1
	Muy Alta	5					
	Alta	4					
	Media	3					
	Baja	2					
	Muy Baja	1					
Sensibilidad/importancia		Símbolo					
Muy Alta							
Alta							
Media-Moderada							
Baja							
Muy Baja							

Fuente: Consultoría Colombiana, 2013

El modelo descrito anteriormente, es uno de los modelos más empleados a nivel del desarrollo de estudios ambientales, sin embargo su principal deficiencia radica en que la definición de los criterios de sensibilidad e importancia son establecidos al libre criterio de cada especialista según sea el caso, haciendo de este un ejercicio sujeto a subjetividades, por lo cual se requeriría la existencia de un modelo guía para el establecimiento o definición de estos criterios, que permitiera disminuir la subjetividad de esta metodología.

- Evaluación ambiental

Teniendo en cuenta que uno de los principales objetivos de la realización de los estudios de impacto ambiental, como su nombre lo indica es la identificación de los impactos tanto positivos como negativos, que pueden llegar a generarse con el desarrollo de las actividades de un proyecto; es de gran importancia encontrar una metodología que se ajuste a los criterios solicitados por las autoridades ambientales y a las necesidades de identificación del desarrollador del proyectos. Es importante como se recalca en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que la metodología utilizada facilite un análisis integrado, global, sistemático y multidisciplinario.

A lo largo de los años se han ido desarrollando diferentes tipos de metodologías para la evaluación de impactos, el primer grupo de ellas de tipo formal, es decir que han sido desarrolladas por organizaciones de investigación y el segundo grupo conocido como metodologías AD-HOC que corresponden a metodologías que han sido desarrolladas para evaluaciones específicas o en su defecto son modificaciones de las metodologías formales.

Entre las metodologías Formales más conocidas y aplicadas se tienen las siguientes:

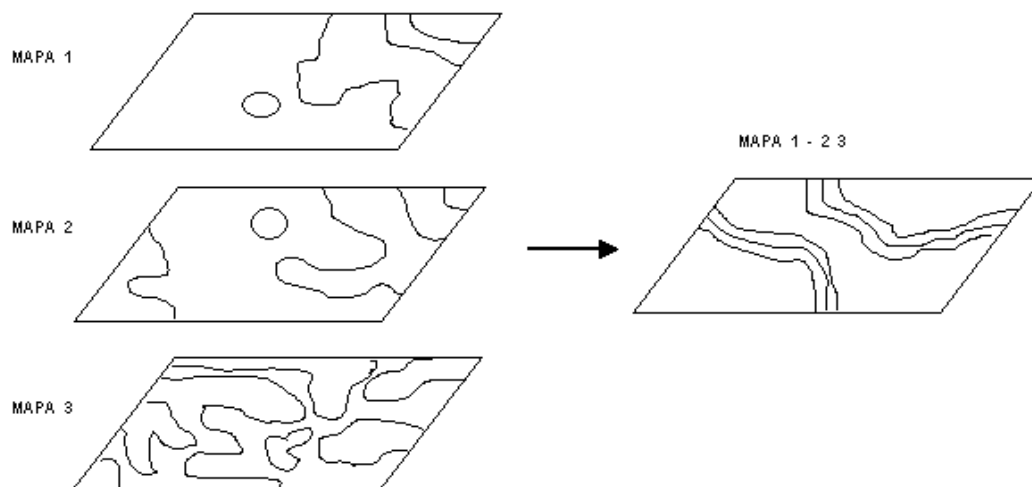
- Listas de Chequeo: Son listas exhaustivas que permiten identificar rápidamente impactos. Existen las listas simples, las descriptivas y las de control ponderado.
- Diagrama de redes: Tratan de determinar las cadenas de impactos primarios y secundarios con todas las interacciones existentes y sirven para definir el tipo de impactos esperados.
- Matrices: Estas consisten en tablas de doble entrada con las características ambientales y acciones previstas del proyecto. En la intersección de cada fila con columna se identifican los impactos correspondientes. La matriz de Leopold es un buen ejemplo de este método.

- Superposición de mapas: El método consiste en la superposición de mapas, que relacionan todos los componentes de impacto, con la finalidad de presentar las áreas de impacto mínimo y máximo. Este Método ha sido especialmente utilizado en estudios de tipo lineal como lo son la construcción de líneas de interconexión eléctrica, carreteras, oleoductos, etc.

Como metodologías AD-HOC, entre las más conocidas esta la metodología de Vicente Conesa modificada, a la cual se le han ido realizando modificaciones de acuerdo al tipo de proyecto que se ha requerido evaluar.

A grandes rasgos y con la información obtenida se propone la implementación de dos tipos de metodologías para la evaluación de impactos por la construcción de carreteras, la primera de ellas y dada su efectividad para este tipo de proyectos la metodología de superposición de mapas, para la cual se requiere haber levantado los mapas de los distintos componentes ambientales (hidrología, suelos, geología, vegetación, asentamientos humanos, etc.) y mediante el uso de herramientas de sistemas de información geográfica realizar la superposición de los mismos (ver Figura 7)

Figura 7 Superposición de mapas



Fuente: Material de estudio módulo de evaluación ambiental. 2013

Dadas las desventajas que presenta esta metodología ya que genera resultados bastante generales y normalmente a grandes escalas, se propone que la evaluación de impactos ambientales para los proyectos viales sea complementada con alguna de las metodologías matriciales, algunas de ellas son:

- Matriz de Leopold

Este método es un método indirecto donde lo que se califica son las interacciones entre el proyecto y el ambiente, sin establecer directamente el impacto producto de esa interacción. Por lo tanto, no parte de una lista previa de impactos sino de una matriz construida de manera similar.

- Método Conesa simplificado

Esta es una metodología formulada en 1993, para la evaluación de impactos, en su formulación original se concibe bastante compleja por lo cual se adaptó, haciendo una simplificación del método conservando el criterio y algoritmo del método original, pero sin que se cumplan todos los pasos establecidos por Conesa.

Como resultado final y en cumplimiento del tercer objetivo, se desarrolló un documento con la propuesta de mejoramiento a los términos de referencia para estudios de impacto ambiental para la construcción de vías, el cual ha sido unificado para vías de primer, segundo y tercer orden, teniendo en cuenta aquellos aspectos en los que se presentaban algunas diferencias luego del análisis de los términos existentes. Esta propuesta mantiene la estructura planteada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible (ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) en el 2006 e integra aspectos de los dos modelos analizados formando un mismo grupo de información requerida, donde la principal diferencia se presenta en el manejo de las escalas de estudio dependiendo del tipo de proyecto al que se le realice el estudio. Dicho documento se presenta anexo al presente proyecto.

CONCLUSIONES

- Como una de las principales fallas de la formulación de los términos de referencia para la realización de estudios ambientales para proyectos lineales, así como de la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio radica en la falta de estructuración en la definición e identificación de las áreas de influencia de los proyectos ya sean estas directas o indirectas, generando que se presenten posibles errores en la caracterización del estudio.
- Se puede concluir que la gran mayoría de los ítems objeto de caracterización para la conformación de la línea base del medio abiótico, presentan metodologías acordes a las condiciones físicas de Colombia ya que estas han sido en su gran mayoría formuladas por institutos de investigación nacionales.
- Una de las principales inconvenientes al momento de realizar la caracterización florística consiste en falta de rigurosidad técnica de las solicitudes de los términos de referencia y la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del MADS en el tema de caracterización florística del estudio.
- Se debe establecer un número mínimo de parcelas a muestrear para las áreas que estadísticamente sean poco representativas.
- Se requiere que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible como máxima autoridad en el tema ambiental, lidere la construcción de una nomenclatura para la definición de coberturas de la tierra apropiada para Colombia y formulada de acuerdo a las características de las coberturas existentes en el país.
- En algunos casos no es factible la recomendación de la implementación de una metodología específica ya que dependiendo de las características del proyecto y de las áreas donde se encuentran, se puede presentar una limitación en los estudios, sin embargo se puede recomendar al interesado un conjunto de alternativas metodológicas o de textos guía para el desarrollo de los estudios ambientales, según sea el caso.

RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta que una de las principales falencias identificadas en la elaboración de los estudios ambientales radica en la delimitación de las áreas de influencia, se recomienda que el Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible como máxima autoridad ambiental y en convenio con los institutos de investigación del país establezcan lineamientos claros que permitan o faciliten la delimitación de estas áreas de acuerdo a los tipos de proyectos y sus condiciones.
- Se recomienda para la realización de la caracterización biótica, el desarrollo de inventarios forestales por ecosistemas y no por unidad de cobertura.
- Como recomendación para la presentación de información precisa las autoridades ambientales deberían contemplar solicitar la realización de inventarios al 100% en el área de influencia directa para el desarrollo de las obras de construcción de las vías.
- Se recomienda que las autoridades ambientales, presenten una mayor rigurosidad al momento de verificar los procedimientos realizados para el desarrollo de la línea base en el componente faunístico, especialmente en cuanto a los tiempos de muestreo y el número de trampas y demás elementos de acuerdo con los planteado por Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del MADS.
- Se recomienda crear la certificación para la realización de muestreos hidrobiológicos para la caracterización de fauna presente en los cuerpos de agua que se encuentran en las áreas de influencia de los proyectos y que esta sea requisito para la realización y entrega de resultados de los estudios ambientales.
- Como recomendación final, se plantea se acoja modelo de mejoramiento de términos de referencia presentado en este estudio, tanto a nivel nacional como a nivel regional, para el desarrollo de los estudios de impacto ambiental para la construcción de carreteras de primer, segundo y tercer orden.

BIBLIOGRAFIA

- ARBOLEDA J. "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, Obras o Actividades". Medellín, 2008. 144 p
- CONESA V. "Guía Metodológica para la evaluación del Impacto ambiental". 4 edición. Madrid, 2010. 800 p.
- CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 99 de 1993. Bogotá, 1993. 43 p.
- CONSULTORÍA COLOMBIANA S.A. Estudio de Impacto Ambiental (EIA) Proyecto UPME-05-2009 S/E Tesalia 230 kV y Líneas de Transmisión Asociadas. Anexos. Bogotá, 2013.
- FORO NACIONAL AMBIENTAL. Las Licencias Ambientales y Su Proceso de Reglamentación en Colombia. Análisis 1. Bogotá, 2011. 16 p
- GOMEZ OREA D. "Evaluación Del Impacto Ambiental, Un instrumento Preventivo Para La Gestión Ambiental". Segunda Edición. Barcelona 2002. 749 p.
- IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, I. SINCHI e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. Bogotá. 169p.
- LOBOS V. "Evaluación Ambiental Estratégica, Conceptos, Evolución y Practica". Lisboa, 2009. 25 p.
- LUIS ENRIQUE SANCHEZ. Evaluación de Impacto Ambiental, Capitulo 3. São Paulo, 2002. 33p
- MINISTERIO DE AMBIENTE. Decreto 1753 de 1994. Bogotá, 1994. 18 p.

- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 2820 de 2010. 32 p.
- SEOÁNEZ M. Ingeniería Medioambiental Aplicada a la Reconversión Industrial y a la Restauración de Paisajes Industriales Degradados. 1998. 481p.
- AGUILERA, F. Y TALAVERA R. Valoración de escenarios futuros a través de la conectividad del paisaje. Observatorio Medioambiental: Área de Urbanismo y Ordenación del Territorio, Universidad de Granada, España. 2009. Vol., 12, p. 17-36.
- BOULINIER T., J.D. NICHOLS, J.E. HINES, J.R. SAUER, C.H. FLATHER & K.H. POLLOCK. Forest Fragmentation and Bird Community Dynamics: Inference at Regional Scales, *Ecology*, 82(4): 1159-1169. 2001.
- GUEVARA CONTRERAS, ALEJANDRA. Análisis de Fragmentación de los Ecosistemas del Anticlinorio de Arteaga, Coahuila y Nuevo León. Tecnológico de Monterrey. Tesis de grado. División de Ingeniería y Arquitectura. Monterrey, N.L. 2009.
- MCGARIGAL, KEVIN; MARKS, BARBARA J. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 1995. 122 p.
- MONEDERO C. & GUTIÉRREZ M. Análisis Cuantitativo de los Patrones Espaciales de la Cobertura Vegetal en el Geosistema Montañoso Tropical El Ávila, *Ecotrópicos*, 14(1):19-30 2001.
- VACA IRASTORZA, PEDRO. Integración de la ecología del paisaje en la planificación territorial. Aplicada a la comunidad de Madrid. Tesis doctoral. Madrid. 2006. 289 páginas.
- VILA, J., VARGA, D., LLAUNÁS, A., RIBAS, A. Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Universidad de Girona. Unidad de Geografía e Instituto de Medio Ambiente. España. 2006.
- http://www.minambiente.gov.co/documentos/Aguas_subterr%C3%A1neas.pdf

ANEXOS